



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR FARELOS ORIUNDOS DA  
PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS SOB  
PASTEJO**

**RENATO TONHÁ ALVES JÚNIOR**  
Zootecnista

**AREIA – PB  
NOVEMBRO - 2019**

**RENATO TONHÁ ALVES JÚNIOR**

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR FARELOS ORIUNDOS DA  
PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS SOB  
PASTEJO**

Tese apresentada ao Programa de  
Doutorado Integrado em Zootecnia da  
Universidade Federal da Paraíba,  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco e Universidade Federal do  
Ceará, como requisito para a obtenção do  
título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto – Orientador Principal

Dr. Ricardo Dias Signoretti

Prof. Dra. Lara Toledo Henriques

**AREIA – PARAÍBA  
NOVEMBRO DE 2019**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

J95s Alves Junior, Renato Tonhá.

Substituição do farelo de soja por farelos oriundos da produção de biodiesel na dieta de vacas leiteiras sob pastejo / Renato Tonhá Alves Junior. - Areia, 2020.  
88 f.

Orientação: Severino Gonzaga Neto.  
Tese (Doutorado) - UFPB/Ciências Agrárias.

1. Co-produto. 2. Proteína. 3. Capim. 4. Digestibilidade. 5. Ruminante. I. Gonzaga Neto, Severino. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE**

**TÍTULO:** "SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR FARELOS ORIUNDOS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS SOB PASTEJO"

**AUTOR(A):** RENATO TONHÁ ALVES JÚNIOR

**ORIENTADOR(A):** Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto

**JULGAMENTO**

**CONCEITO:** APROVADO

**EXAMINADORES:**

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra  
Examinador(a)  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Prof.ª Dr.ª Carla Aparecida Soares Saraiva  
Examinador(a)  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Prof.ª Dr.ª Juliana Silva de Oliveira  
Examinador(a)  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Dr. Marcelo de Oliveira Alves Rufino  
Examinador(a)  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Areia, 06 de dezembro de 2019



**CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**

**CERTIFICADO**

Certificamos que o Protocolo nº 026103/13 do trabalho de pesquisa intitulado **"Teores e fontes de Proteína no concentrado de vacas mestiças em lactação mantidas em pasto de capim tanzânia"**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 04 de dezembro de 2013.

Jaboticabal, 12 de dezembro de 2013.

**Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes**  
Coordenadora - CEUA

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**RENATO TONHÁ ALVES JÚNIOR** – Nascido no município de Pontes e Lacerda – MT, no dia 23 de agosto de 1989, concluiu o segundo ano do Ensino Médio em 2005, na Escola Deputado Estadual Dormevil Farias. Em 2006 concluiu o terceiro ano do Ensino Médio na Cooperativa Educacional de Pontes e Lacerda – CEPEC. Em 2007, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, formando-se Zootecnista em 2011. Quando acadêmico do curso, participou de pesquisas nas áreas de Produção Animal, Nutrição de Ruminantes e Análise de Alimentos, na condição de aluno bolsista de iniciação científica. No período compreendido entre agosto a novembro de 2011, foi aluno especial no curso de Mestrado em Ciência Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando disciplinas nas áreas de fisiologia da digestão e manejo de pastagens. Em maio de 2012, ingressou como bolsista de apoio técnico trabalhando no Experimento de Doutorado da professora Giulliana Ziloché Miguel no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA-AM), localizado no município de Colina, no Estado de São Paulo, pela Universidade Estadual de São Paulo, o qual concluiu em novembro de 2012. Enquanto bolsista de apoio técnico, trabalhou com nutrição de bovinos de corte e colaborou com pesquisas utilizando diferentes formas de castração no desempenho e condição de carcaças de bovinos de corte meio sangue nelore/angus. Durante os meses de fevereiro a maio de 2013, trabalhou no Sistema de Inspeção Federal dentro do Frigorífico JBS no município de Pontes e Lacerda – MT inspecionando carcaças e controle de qualidade durante todo o processamento dos animais do abate a exportação. Entre agosto de 2013 a outubro de 2015 realizou o Curso de Mestrado do Programa de Ciência Animal e Pastagem da Universidade Federal Rural do Pernambuco, no município de Garanhuns – PE. Enquanto aluno do curso de Mestrado, realizou pesquisas com ovinos sem padrão racial definido, avaliando o uso de diferentes níveis extrato da vagem de algaroba sob o desempenho, parâmetros ruminais, sanguíneos e séricos, tendo o apoio financeiramente do Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq. Em março de 2016, ingressou no Curso de Doutorado do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, desenvolvendo sua pesquisa na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, Colina/SP, na área de Nutrição de Ruminantes, tendo apoio financeiro do Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq. Em novembro de 2019, submeteu-se à defesa de tese.

***“A persistência é o menor caminho do êxito” (Charles Chaplin).***

***Ao meu pai Renato Tonhá Alves e minha mãe Célia Maria dos Santos***

*Muito obrigado pelo amor, conselhos e incentivos na busca pelos meus objetivos.*

*Espero um dia lhes retribuir a altura, pois nada disso seria possível sem vocês!*

***Aos meus irmãos João Pedro, Ressandro e Leandro***

*Pela a amizade incondicional, confiança, incentivo e ajuda em todos os momentos em que precisei.*

***À minha namorada Aianne***

*Por todo o amor, carinho, companheirismo e compreensão, apoiando-me sempre na busca de meus objetivos.*

***Ao André (in memoriam) e à Lucinha***

*Por me acolherem como filho, por todo amor e carinho, conselhos e ajuda em todos os momentos que precisei.*

*Dedico.*



## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me proteger e guiar sempre.

Ao professor Dr. Severino Gonzaga Neto, pela orientação, amizade e confiança em meu trabalho.

Aos pesquisadores da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Alta Mogiana (APTA), Colina/SP, em especial ao Dr. Ricardo Signoretti e a Dra. Regina Grizotto, pela imensa contribuição para a realização desta pesquisa.

Aos professores Dra. Lara Toledo (DZ/UFPB), Dr. Airon Aparecido (UAG/UFRPE) e Dra. Juliana de Oliveira (DZ/UFPB) (todos os três foram especiais para meu desenvolvimento e amadurecimento), a Dra. Carla Saraiva (DZ/UFPB) ao Dr. Leilson Rocha Bezerra (DCV/UFCG), Dra. Safira Valença Bispo (UAG/UFRPE), a Pós-Doutoranda Neila, e ao Dr. Marcelo de Oliveira Alves Rufino, pelas contribuições valiosas.

Aos amigos funcionários da APTA, Marcelo (Augustinho Carrara), Verde (ácido úrico), Sr. Milton (Barriga), Sr. João, Marquinho, Tonhozinho, Luizinho, Aline Pessim, Toga, e aos estagiários, os senhores foram peças-chave na realização deste trabalho, meu muito obrigado!

Aos companheiros de moradia Aline Moreira, Renan Miorim, Felipe, Alexandre, Verônica, Letícia, Cleise e Naiara.

Aos companheiros de experimento, (que hoje são como irmãos para mim) Ciro Bittencourt e Erick Paiva, pela dedicação e pelos bons momentos durante a condução da pesquisa. Sem vocês, nada disso seria possível!

Aos amigos de condomínio Rafael, Daniel, Carol e Luciano, por sempre me apoiarem, pelos momentos de descontração, conselhos e por entenderem meus momentos de ausência por conta dos estudos. Serão amigos que levarei sempre comigo!

À minha querida “filha” Edwilka (Kika), por sempre me ajudar em todos os momentos e ser uma fiel companheira, com quem sempre tive certeza que pude contar em todos os momentos e situações.

Aos meus amigos da minha cidade natal, Pontes e Lacerda – MT, por sempre me apoiarem e por acreditarem em mim.

Ao meu Pai Renato Tonhá Alves e a minha Mãe Célia Maria dos Santos, por nunca desistirem de mim, por sempre me aconselharem, pelos puchões de orelha quando necessário e também pelas orações (que foram incontáveis).

Aos meus irmãos João Pedro, Ressandro e Leandro por sempre me apoiarem e me aconselharem.

À minha namorada Aianne Batista Lira, por todos os momentos ao meu lado, por nunca desistir de mim, pelos conselhos, companherismo e por todo amor e dedicação. Não tenho palavras para descrever sua contribuição, tanto para este trabalho, quanto para a minha evolução pessoal.

À Dona Ronivete e Seu Julimar por confiarem em mim e me apoiarem, sempre que preciso. Também pelos ensinamentos, conselhos e orações.

Aos primos Fernando Xavier e João Batista, por me insentivarem a evoluir, pelos conselhos e apoio.

A Dona Lucinha, que foi como uma mãe para mim e por me acolher como um filho.

Ao André (in memorian), que foi como um pai, pelos conselhos, amizade e por me acolher como um filho.

Ao companheiro de doutorado Wellington por não medir esforços para me ajudar com o desenvolvimento deste trabalho e por todos os momentos de descontração.

Ao Dr. Marccelo Ruffino por contribuir muito para o desenvolvimento desta pesquisa, pelos conselhos, ensinamentos e pelas modas de violão.

Aos amigos da academia P2 por me livrarem da tensão do doutorado e me insentivarem a crescer, tanto em relação ao físico como ao intelecto!

Ao Anderson, que foi meu treinador, nutricionista e se tornou um grande amigo. Por me fazer evoluir como pessoa e atleta!

Aos funcionários e alunos do setor de Bovinocultura de Leite da UFPB.

A todos os colegas de turma, pelos ensinamentos e momentos de descontração.

Aos funcionários do PPGZ, D. Carmen, Maiara e Sr. Damião.

À CAPES, pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Federal da Paraíba pelo doutorado.

A todos que, por um lapso momentâneo de memória, não foram citados, mas que contribuíram para a realização deste trabalho.

*Meus sinceros agradecimentos!*

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	13
LISTA DE FIGURAS .....	Erro! Indicador não definido.
RESUMO	17
ABSTRACT .....	18
1. Proteína na dieta de ruminantes.....	15
1.1 Proteína degradável no rúmen (PDR).....	15
1.2 Proteína não degradável no rúmen (PNDR).....	16
2. Utilização de co-produtos do biodiesel como fonte protéica na alimentação de ruminantes	17
2.1 Farelo de soja .....	19
2.2 Farelo de amendoim .....	20
2.3 Farelo de algodão .....	21
2.4 Farelo de girassol .....	22
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
CAPÍTULO II .....	29
INTRODUÇÃO .....	32
MATERIAL E MÉTODOS .....	33
Local do experimento.....	33
Delineamento e animais experimentais .....	33
Metodologia estatística e modelo experimental.....	41
Manejo animal .....	34
Tratamentos .....	34
Manejo da Pastagem .....	35
Medições no Pasto e Coleta de Amostras de Forragem e do Concentrado .....	35
Controle Leiteiro e Amostras do Leite.....	36
Pesagem dos Animais e Escore de Condição Corporal .....	37
Coleta de Sangue.....	Erro! Indicador não definido.
Preparo do Indicador de Excreção Fecal e sua Administração .....	37
Digestibilidade Aparente, Excreção Fecal e Consumo de Matéria Seca (CMS).....	38
Análises Laboratoriais e Balanço de Energia .....	39
Coleta de urina, balanço de Nitrogênio e estimativa da síntese de proteína microbiana .....	40
Análises Estatísticas .....	41
RESULTADOS.....	42
CONCLUSÃO .....	50

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>56</b>
<b>Resumo</b> 57	
<b>Abstract</b> 58	
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>61</b>
Local do experimento.....	61
Animais experimentais e tratamentos.....	61
Manejo da Pastagem .....	62
Medições no Pasto e Coleta de Amostras de Forragem e do Concentrado .....	63
Pesagem dos Animais e Escore de Condição Corporal .....	64
Preparo do Indicador de Excreção Fecal e sua Administração .....	64
Digestibilidade Aparente, Excreção Fecal e Consumo de Matéria Seca (CMS).....	65
Parâmetros Ruminais - Produção de Ácidos Graxos de Cadeia Curta, pH e Amônia Ruminal ..	65
<b>Coleta de urina, balanço de Nitrogênio e estimacão da síntese de proteína microbiana .....</b>	<b>66</b>
Coleta de Sangue.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Análises Laboratoriais.....	67
Metodologia estatística e modelo experimental.....	68
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>70</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição química do farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol .....	18
<b>Tabela 1.</b> Condições climáticas observadas durante o período experimental .....	33
<b>Tabela 2.</b> Composição bromatológica dos ingredientes das dietas (g/kg de MS), proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais .....	35
<b>Tabela 3.</b> Consumo de matéria e seus constituintes por vacas sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel .....	43
<b>Tabela 4.</b> Digestibilidade dos nutrientes de co-produtos do biodiesel utilizados no concentrado de vacas suplementadas a pasto .....	43
<b>Tabela 5.</b> Peso vivo, variação de peso vivo (VPV), escore de condição corporal (ECC) e variação de escore de condição corporal (VECC) de vacas leiteiras mantidas em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com co-produtos do biodiesel.....	44
<b>Tabela 6.</b> Produção e composição do leite e balanço energético de vacas lactantes sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel .....	44
<b>Tabela 7.</b> Derivados de purina de vacas lactantes sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel .....	45
<b>Tabela 8.</b> Balanço de nitrogênio de vacas lactantes sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel .....	45
<b>Tabela 2.</b> Condições climáticas observadas durante o período experimental .....	63
<b>Tabela 2.</b> Composição bromatológica dos ingredientes das dietas (g/kg de MS), proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais .....	64
<b>Tabela 3.</b> Consumo de matéria seca e seus constituintes por vacas secas sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel .....	72
<b>Tabela 4.</b> Digestibilidade de nutrientes de vacas secas sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel .....	72
<b>Tabela 5.</b> Peso e a condição corporal de vacas secas mantidas em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com co-produtos do biodiesel no concentrado .....	73
<b>Tabela 6.</b> Concentrações (mmol/L) de ácidos graxos de cadeia curta, razão acetato:propionato, pH e N-NH <sub>3</sub> (mg/dL) no rúmen de vacas secas suplementadas com diferentes co-produtos do biodiesel sob pastejo.....	73
<b>Tabela 7.</b> Balanço de nitrogênio de vacas secas não lactantes sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel .....	74

<b>Tabela 8.</b> Derivados de purina e proteína microbiana de vacas secas sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel .....	75
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## RESUMO GERAL

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da utilização de diferentes co-produtos do biodiesel no concentrado de vacas lactantes sob pastejo de capim Tanzânia, sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes, condição de escore corporal, variação de peso vivo, balanço energético, derivados de purina, balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais (pH, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e proteína microbiana), produção e composição do leite. Dezesseis vacas mestiças, Holandês x Gir, sendo doze em lactação, com produção média de 21,14 kg/dia de leite e quatro não lactantes e canuladas no rúmen (para avaliação das variáveis pH, N-NH<sub>3</sub>, AGCC e proteína microbiana) foram distribuídas em um quadrado latino 4x4 triplo. Cada período experimental tinha duração de 21 dias, com 14 dias destinados à adaptação e sete dias às coletas; totalizando 84 dias de experimento. Os animais permaneceram em pastejo intermitente de capim Tanzânia e foram ordenhadas duas vezes ao dia, recebendo ração concentrada após cada ordenha em baias individuais. Foram quatro tratamentos variando a fonte protéica da ração, sendo utilizados co-produtos oriundos de indústrias de biodiesel: farelo de soja, farelo de girassol, farelo de algodão e farelo de amendoim. Para as vacas lactantes não houve diferença entre os tratamentos em relação ao consumo de MS, PB, FDN, CNF e CHT. O consumo de NDT aumentou ( $P < 0,05$ ) para o tratamento com farelo de algodão. Também não houve diferença na digestibilidade dos nutrientes exceto para FDN e CHT. Todos os animais não apresentaram diferença no peso, ECC e variação de peso e de ECC em relação aos tratamentos. Também não foi encontrada diferença para as variáveis pertencentes a produção e composição do leite. Entretanto o co-produto farelo de algodão apresentou maior ELC, menor BE negativo e EU<sub>EL</sub>. Produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio não apresentaram diferença entre o uso dos diferentes co-produtos. Para as vacas secas e canuladas no rúmen. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os co-produtos em relação ao consumo de MS, PB, EE, FDN, CNF, CHT e NDT. Também não houve diferença na digestibilidade dos nutrientes, exceto para FDN e CHT. Todos os animais não apresentaram diferença em relação aos parâmetros ruminais, porém houve alteração nos níveis de N-NH<sub>3</sub> indicando que o co-produto com farelo de soja obteve menor produção e o co-produto com farelo de amendoim apresentou maior produção em relação aos outros co-produtos. Não houve influência dos co-produtos sob o consumo e excreções de N. Não foi observado diferença na excreção de derivados de purina e produção de proteína microbiana. Desta forma, o uso do farelo de algodão se apresentou melhor entre os demais farelos ao substituir o farelo de soja na dieta de vacas lactantes sob pastejo, proporcionando melhor balanço energético para os animais. Já para vacas secas o farelo de algodão também foi melhor que os demais farelos, proporcionando maior eficiência em relação a digestibilidade dos carboidratos totais e da fibra em detergente neutro da dieta.

**Palavras-chaves:** Co-produto, proteína, capim, digestibilidade, ruminante.

## GENERAL ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effects of the use of different biodiesel co-products in the concentrate of lactating cows under Tanzania grass grazing, on dry matter and nutrient intake and digestibility, body score condition, live weight variation, balance, energy, purine derivatives, nitrogen balance, ruminal parameters (pH, short-chain fatty acids (AGCC), ammonia nitrogen (N-NH<sub>3</sub>) and microbial protein), milk yield and composition. Sixteen crossbred Holstein x Gir cows, twelve lactating, with an average milk production of 21.14 kg / day and four non-lactating and rumen cannulated (for the evaluation of pH, N-NH<sub>3</sub>, AGCC and microbial protein variables), distributed in a triple 4x4 latin square. Each experimental period lasted 21 days, with 14 days for adaptation and seven days for collection; totaling 84 days of experiment. The animals remained in intermittent grazing Tanzania grass and were milked twice a day, receiving concentrated feed after each milking in individual stalls. There were four treatments varying the protein source of the diet, being used by-products from biodiesel industries: soybean meal, sunflower meal, cottonseed meal and peanut meal. For lactating cows there was no difference between treatments in relation to the intake of DM, CP, NDF, CNF and CHT. TDN intake increased ( $P < 0.05$ ) for treatment with cottonseed meal. There was also no difference in nutrient digestibility except for NDF and CHT. All animals showed no difference in weight, ECC and weight and ECC variation in relation to treatments. Also no difference was found for the variables pertaining to milk production and composition. However, the cottonseed by-product presented higher ELc, lower negative BE and EUELL. Microbial protein production and nitrogen balance showed no difference between the use of different co-products. For rumen and cannulated dry cows There was no difference ( $P > 0.05$ ) between co-products in relation to DM, CP, EE, NDF, CNF, CHT and NDT intake. There was also no difference in nutrient digestibility, except for NDF and CHT. All animals showed no difference in relation to ruminal parameters, but there was alteration in N-NH<sub>3</sub> levels indicating that the soybean meal co-product had lower production and the peanut meal co-product showed higher production compared to the others. co-products. There was no influence of co-products on N consumption and excretion. No difference was observed in the excretion of purine derivatives and microbial protein production. Thus, the use of cottonseed meal was better among the other brans replacing soybean meal in the diet of grazing lactating cows, providing better energy balance for the animals. For dry cows, the cottonseed meal was also better than the other brans, providing greater efficiency in relation to the digestibility of total carbohydrates and neutral detergent fiber in the diet.

**Keywords:** Co-product, protein, grass, digestibility, ruminant.



## **RESUMO**

O objetivo desta revisão foi discorrer sobre os efeitos da utilização de co-produtos da indústria do biodiesel como fonte protéica no concentrado de vacas lactantes suplementadas a pasto. A suplementação com concentrado para suprir as deficiências nutricionais de ordem qualitativa e quantitativa da forragem pode ser uma prática importante para aumentar a produtividade dos sistemas de produção de leite em pastagens tropicais manejadas intensivamente. Para tanto, deve-se proceder ao correto balanceamento protéico e energético da dieta, atingir as exigências dos animais e reduzir a excreção de nitrogênio no ambiente. Visando este objetivo, torna-se necessário a busca de alimentos alternativos para compor a dieta. Alguns co-produtos de indústrias alimentícias e de biodiesel apresentam composição química favorável para a alimentação de ruminantes, possuindo quantidade considerável de proteína e energia, que os caracterizam como um ótimo ingrediente para compor o concentrado da alimentação de ruminantes. O farelo de soja é um co-produto já conhecido na alimentação de bovinos, entretanto, por ser uma commodity, seu custo acompanha o preço do dólar e se apresenta elevado, trazendo assim, queda no lucro para o produtor. Em busca de alternativas para reduzir custos e otimizar a produção animal, a utilização de outros co-produtos como os farelos de amendoim, girassol e algodão surge como alternativa para tal feito. Outro fator importante a ser analisado é a concentração de metabólitos advindos destes alimentos alternativos, buscando um melhor funcionamento do organismo dos ruminantes, diminuindo o gasto energético e excreção de compostos nitrogenados no meio ambiente, possibilitando um acréscimo na produção como um todo.

**Palavras chave:** Biodiesel, leite, resíduo, ruminante, proteína.

## **ABSTRACT**

The objective of this review was to discuss the effects of the use of biodiesel industry co-products as a protein source in the concentrate of pasture-supplemented lactating cows. Concentrate supplementation to address qualitative and quantitative forage nutritional deficiencies may be an important practice for increasing the productivity of intensively managed tropical pasture milk production systems. Therefore, the correct protein and energy balance of the diet, the animal requirements and the reduction of nitrogen excretion in the environment must be performed. In order to achieve this goal, it is necessary to search for alternative foods to compose the diet. Some co-products from the food and biodiesel industries have a favorable chemical composition for ruminant feed, having a considerable amount of protein and energy, which characterize them as a great ingredient for the ruminant feed concentrate. Soybean meal is a co-product already known in cattle feed, however, because it is a commodity, its cost follows the price of the dollar and is high, thus bringing down profit for the producer. In search of alternatives to reduce costs and optimize livestock production, the use of other co-products such as peanut, sunflower and cottonseed meal emerges as an alternative. Another important factor to be analyzed is the concentration of metabolites from these alternative foods, seeking a better functioning of the ruminant organism, reducing the energy expenditure and excretion of nitrogen compounds in the environment, allowing an increase in production as a whole.

**Key words:** Biodiesel, milk, residue, ruminant, protein.

## INTRODUÇÃO

O Brasil apresentou um efetivo de bovinos em 2017 de 218,20 milhões de cabeças, obtendo um crescimento de 1,4% em relação ao ano anterior, ocupando o segundo lugar em número de cabeças e produção de carne, porém em quinto na produção de leite com queda de 0,4% em relação ao ano anterior (IBGE, 2017). Apesar do crescimento nacional em cabeças de gado, a produtividade não acompanha o mesmo ritmo. A produtividade do rebanho leiteiro nas regiões produtoras do País, em média, é muito baixa (35 milhões de toneladas), sobretudo em virtude do baixo nível tecnológico aplicado nos sistemas de produção (DIAS et al., 2014).

O potencial dos sistemas intensivos de produção de leite em pastagens tropicais tem sido evidenciado por resultados de trabalhos que destacam a capacidade para elevadas produções de leite por área, investimentos moderados em instalações e custos de produção competitivos como fatores determinantes para a opção por esse sistema (SANTOS et al., 2011). No entanto, a intensificação do sistema de produção baseado em pastagens envolve, principalmente, o manejo da planta forrageira, a utilização de animais com potencial elevado de produção, a adequação das práticas de manejo desses animais, com atenção especial à alimentação, conforto e sanidade.

O conceito de que pastagens tropicais, apesar do seu grande potencial de produção, apresentam baixo valor nutricional ainda existe, mas o conhecimento tecnológico atual tem permitido o aprimoramento das práticas de manejo de pastagens, possibilitando a produção de forragem de boa qualidade (SANTOS et al., 2011).

As plantas forrageiras tropicais que apresentem 56 a 65% de FDN, 13 a 22% de PB, 2% de extrato etéreo e 8% de cinzas, contêm apenas 3 a 21 % de carboidratos não fibrosos (CNF). Estes teores baixos de CNF certamente limitam o uso de boa parte da fração degradável da PB no rúmen (PDR) dessas forragens (NRC, 2001).

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal dos aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não degradada no rúmen (SANTOS, 2006). Deficiências dietéticas proteicas resultam em redução no consumo de forragem, em consequência da redução na digestibilidade dos componentes da parede celular, que ocorre em virtude da redução no crescimento microbiano.

Portanto, dietas deficientes em proteína degradável no rúmen, diminuem o aporte de aminoácidos no intestino delgado provenientes da proteína microbiana. Por outro

lado, dietas com excesso de proteína aumentam o custo com alimentação, uma vez que a proteína é o nutriente mais oneroso na formulação das dietas, também representando custo energético para o animal, visto que o excesso de nitrogênio tem que ser eliminado na forma de uréia. O excesso de proteína pode gerar problemas de ordem ambiental, já que aumenta a excreção de nitrogênio no meio ambiente. Para cada grama de N excretado, são gastas 13,3 kcal de energia digestível (BRODERICK, 2003).

Além disso, a produção e composição do leite são itens de primeira importância para fazendas leiteiras e para a indústria de laticínios. Embora a produção e concentração de sólidos, especialmente a proteína láctea, possam ser afetadas por numerosos fatores, a disponibilidade de energia e proteína são os mais críticos (LAFLEUR et al., 2010). Desta forma, faz-se necessário a busca por alternativas viáveis e de qualidade para compor a fração proteica da dieta destes animais, visando alta produção e eficiência de utilização dos ingredientes da dieta.

Em virtude desta realidade, os produtores aumentaram sua curiosidade em relação a co-produtos que pudessem substituir de forma total ou parcial o farelo de soja na alimentação animal, buscando assim manter o desempenho dos animais com baixo custo. Segundo Abdalla et al. (2008), a maioria dos farelos oriundos de plantas oleaginosas apresentam potencial para substituírem o farelo de soja na alimentação animal, desde que seja levado em consideração o processamento, a proporção na dieta e o seu fornecimento, bem como o seu armazenamento, fatores antinutricionais e presença de toxinas.

Desta forma, esta revisão tem como objetivo discorrer sobre a utilização de co-produtos de origem de indústrias do biodiesel na alimentação de vacas em lactação sobre pastejo.

## **1. Proteína na dieta de ruminantes**

Como dito anteriormente, a proteína é um nutriente indispensável na dieta de animais ruminantes, pois esta participa de vários processos no organismo e metabolismo animal, além de compor diversos tecidos de origem muscular, órgãos e constituir secreções como o leite por exemplo. A proteína da dieta, quando associada a uma fração energética que apresente velocidade de degradação semelhante no rúmen, disponibiliza aos microrganismos do rúmen substrato necessário para a formação de proteína microbiana, que por sua vez favorece o desempenho do animal (produção de carne e leite) (NRC, 1996).

A proteína de origem dietética pode ser degradada no rúmen (PDR) ou não degradada no rúmen (PNDR), a depender da dieta fornecida ao animal. As duas apresentam grande importância para o desenvolvimento do animal e juntas com a proteína microbiana e a proteína de origem endógena, formam a proteína metabolizável. A PDR como o próprio nome já diz, sofre degradação no rúmen, disponibilizando aminoácidos e N para o animal e também para os microrganismos ruminais que por sua vez os utilizam para a formação de proteína microbiana. Já a PNDR passa pelo rúmen e boa parte dela sofre degradação apenas no intestino do animal, de forma que disponibilize cadeias aminoacídicas diferentes da proteína microbiana (CLARINDO et al., 2008). Tanto uma quanto a outra possuem sua importância, pois quando se trata de animais de alta produção, somente PDR não supre as necessidades do animal. Desta forma, a PNDR vem como auxílio para o desenvolvimento deste.

Tendo em vista as diferentes características destas proteínas, cada uma será apresentada de forma individual para melhor compreensão das mesmas e sua utilização no organismo do ruminal.

### **1.1 Proteína degradável no rúmen (PDR)**

O rúmen da vaca é uma câmara fermentativa com fundamental importância para o ruminante. É neste local onde sobrevive a microbiota responsável pela degradação de grande parte do alimento ingerido pelo animal. Também é neste local onde ocorre a formação de proteína microbiana através do fornecimento de N e cadeias de carbono da PDR e carboidratos fermentescíveis, respectivamente, que juntamente com a PNDR e a proteína de origem endógena, formam o complexo de aminoácidos metabolizáveis para a vaca, os quais vão para o intestino delgado onde são metabolizados e absorvidos (MARTINEZ, 2009). Além da utilização da PDR, o NRC (2001) define que o

nitrogênio não protéico (NNP) como a uréia possuem efetividade na formação de proteína microbiana.

A PDR, juntamente com uma fonte de carboidratos da dieta, é responsável por compor a proteína microbiana no rúmen. Devido a isso, é importante levar em consideração o tipo de carboidrato e a taxa de passagem da dieta (NRC, 1996). PINA et al. (2010) relataram que é necessário que haja disponibilidade e sincronização entre energia e compostos nitrogenados para a formação de proteína microbiana, uma vez que carboidratos fibrosos apresentam lenta degradação e os mesmos não acompanham as fontes protéicas, que apresentam maior degradação ruminal.

A proporção de PDR e PNDR varia de acordo com o alimento utilizado na dieta dos animais. Alimentos como o farelo de soja ou farelo de amendoim apresentam maiores quantidades de PDR que outros como o farelo de girassol, por exemplo. A formação de proteína microbiana varia de acordo com a quantidade e utilização de N advindo da PDR e de cadeias de carbono fornecidas pela fonte de carboidrato da dieta. De acordo com o fornecimento e sincronização destes nutrientes (eficiência de utilização de N por kg de carboidrato fermentável no rúmen), a proteína microbiana é formada e esta, por sua vez, passa a ser contabilizada de acordo com a eficiência de utilização em relação aos nutrientes digestíveis totais da dieta (NDT). De acordo com o NRC (2001), a eficiência de síntese de proteína microbiana por kg de NDT (ESPM/kg NDT) é de 130 g Pmic/kg NDT da dieta, porém outros trabalhos relatam que a mesma pode atingir 188,2 g Pmic/kg NDT (Veras et al., 2008) ou valores inferiores como 115,58 g Pmic/kg NDT (Pina et al., 2010).

Tendo conhecimento dos valores de PDR e PNDR torna-se mais prático o controle destes nutrientes consumidos, pois o excesso de PDR na dieta pode exceder a concentração de PB da dieta total e causar desperdício de N, o qual acaba sendo excretado para o meio ambiente, causando prejuízo para o produtor e perdas para o animal, pois o animal ruminante gasta energia para eliminar o N excedente, além de sofrer com outros pontos negativos como elevação na concentração de N uréico no leite (Guimarães, 2011).

### **1.2 Proteína não degradável no rúmen (PNDR)**

A proteína não degradável no rúmen (PNDR) nada mais é que a proteína do alimento que passa pela degradação do rúmen sem sofrer alterações e somente passa por digestão no abomaso e duodeno, no intestino delgado. Esta, juntamente com a proteína microbiana e a proteína endógena dão origem a proteína metabolizável. Após a

passagem do alimento pelo rúmen, as fontes protéicas (proteína microbiana, PNDR e proteína endógena) entram no processo digestivo com ação da pepsina, seguindo até o intestino. Já no intestino, mais precisamente no jejuno, outras enzimas como a tripsina, quimotripsina, carboxipeptidases e enzimas pancreáticas começam a atuar gerando um pico de digestão das proteínas, porém é no íleo que o pico de atuação das peptidases e aminopeptidases, dando origem a aminoácidos e pequenos peptídeos que, após absorção pela parede intestinal, vão para a corrente sanguínea e depois para o fígado para serem metabolizados (KOZLOSKI, 2009).

Segundo o NRC (2001), a proteína microbiana apresenta 80% de proteína verdadeira, e desta, 80% é digestível no intestino, ou seja, 64% da proteína microbiana é considerada proteína metabolizável. Seguindo o mesmo princípio, a proteína endógena possui 50% de proteína verdadeira e digestibilidade de 80%, ou seja, 40% de proteína metabolizável. Já a PNDR é considerada 100% verdadeira, com digestibilidade que varia de 50 a 100%. Desta forma, o teor de proteína metabolizável da PNDR depende de sua origem. Por exemplo, segundo Kozloski (2009) proteínas de origem vegetal apresentam digestibilidade mais ampla do que proteínas de origem animal.

Com base nestes dados e de acordo com o NRC (2001), a PDR deve atingir cerca 10 a 11% da MS consumida acompanhada de fontes de carboidratos fermentáveis no rúmen e forragem de alta qualidade para otimizar a síntese de proteína microbiana. Após a otimização da proteína microbiana, complementa-se a dieta com PNDR de alta qualidade, procurando obter maior concentração de lisina com o objetivo de formar uma proteína metabolizável com cerca de 6,80% de lisina. Também é interessante atingir uma concentração de 2,29% de metionina na proteína metabolizável, o qual pode ser atingido através do uso de PNDR de alta qualidade (SANTOS et al., 2011).

## **2. Utilização de co-produtos do biodiesel como fonte protéica na alimentação de ruminantes**

Durante a época seca, onde o pasto apresenta baixa concentração de PB e alta lignificação, faz-se necessário a suplementação protéica objetivando adequado crescimento microbiano e maximização da parede celular potencialmente degradável, evitando assim comprometimentos sobre o consumo de forragem e desempenho animal. No entanto, no período de águas, os pastos tropicais apresentam um desequilíbrio na

relação proteína:energia (P:E), com excesso relativo de energia. Logo, para que haja um equilíbrio a suplementação protéica também se faz importante neste momento.

A produção e nutrição de ruminantes possuem um enfoque que é a procura de novos alimentos. Nos países tropicais é crescente a utilização de uma grande diversidade de resíduos, uma vez que o objetivo é sempre diminuir os custos com a alimentação destes animais e aumentar a produtividade por meio de pesquisas e trabalhos de técnicos e produtores (GERON et al., 2007).

Tabela 1 – Composição química do farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol.

Variável	Co-produtos (farelos)			
	Soja	Algodão	Amendoim	Girassol
NDT (%MS)	80,0	66,4	74,7	52,5
EM (Mcal/kg)	4,05	3,45	3,85	2,63
MS (%MS)	89,1	90,5	92,3	93,5
FDN (%MS)	14,9	30,8	21,4	53,8
FDA (%MS)	10,0	19,9	13,5	39,1
PB (%MS)	48,9	46,6	56,7	31,5
NIDN (%FDN)	2,06	2,65	2,85	2,19
NIDA (%FDN)	4,89	4,05	3,39	5,35
PDR (% PB)	65,7	73,1	84,6	86,1
PNDR (% PB)	35,0	9,14	15,4	13,9
EE (%)	1,60	1,90	1,40	1,93
MM (%)	6,60	6,70	5,80	4,70

NDT: nutrientes digestíveis totais; EM: energia metabolizável; MS: matéria seca; FDN: fibra solúvel em detergente neutro; FDA: fibra solúvel em detergente ácido; PB: proteína bruta; NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido; PDR: proteína degradável no rúmen na proteína bruta; PNDR: proteína não degradável no rúmen na proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral. Valores tabulados segundo NRC (2001), NAVES et al. (2016) e VALADARES FILHO et al. (2019).

Segundo Quintella, et al. (2009), os co-produtos, subprodutos e efluentes são caracterizados da seguinte forma: co-produtos são mercadorias secundárias geradas durante o processo de fabricação que, apesar de também possuir outras funções, podem ser vendidas ou reutilizadas de forma lucrativa; subprodutos são materiais de valor produzidos como resíduo ou incidente do processo de produção os quais podem ser vendidos, reciclados ou utilizados para outros objetivos; e os efluentes são resíduos que requerem tratamento antes do descarte.

A utilização de farelos resultantes do processamento de grãos para produção de biodiesel é uma alternativa já conhecida dentre os produtores, levando em conta seu valor nutritivo e baixo custo de aquisição. Alguns farelos já conhecidos como; o de soja, amendoim, algodão e girassol (PEREIRA et al., 2011; MESACASA et al., 2015; PAIM



et al., 2010; DUARTE et al., 2015), apresentam considerável valor nutricional e boa aceitabilidade dentre os ruminantes de um modo geral.

## **2.1 Farelo de soja**

Com relação às fontes protéicas, o farelo de soja é o concentrado protéico mais tradicionalmente utilizado na pecuária leiteira e apresenta, em média, teores de 45 a 52% de PB.

O farelo de soja é essencialmente uma fonte de proteína classificada como intermediária em relação à concentração de proteína não degradável no rúmen e apresenta teores de aminoácidos com reduzido teor de metionina e triptofano e elevado teor de lisina (SANTOS, 2006).

Por ser um alimento de qualidade nutricional já comprovada, este ingrediente é responsável por uma grande parcela no custo da ração concentrada.

O farelo de soja é a fonte protéica mais utilizada na alimentação de gado leiteiro, só que mesmo o Brasil detendo a segunda maior produção mundial do grão de soja, seu custo é dependente do mercado internacional. Desta forma, por se tratar de uma commodity, a margem de negociação é reduzida e o reflexo disto é a conseqüente elevação do custo do co-produto da soja, o farelo de soja.

Por ser uma fonte protéica classificada como intermediária em relação a concentração de proteína degradável no rúmen, o farelo de soja também pode apresentar melhores resultados na produção quando combinado com alguma fonte de nitrogênio não protéico ou alguma fonte protéica que contenha grande proporção de proteína degradável no rúmen, dependendo da fase em que o animal a ser suplementado se encontra e o nível de produção que o mesmo possui. Santos et al. (2001) sugerem que o farelo de soja associado a uréia no início da lactação pode proporcionar aumento na produção de leite, na produção de proteína metabolizável e aumento de proteína microbiana. Resultados semelhantes podem acontecer ao combinar a utilização de farelo de soja com fontes de proteína degradável no rúmen como o farelo de amendoim, por exemplo. Santos (2017) em sua pesquisa com farelo de amendoim em substituição ao farelo de soja para vacas lactantes relatou que o farelo de amendoim pode substituir o farelo de soja de forma parcial ou total sem afetar o consumo de matéria seca, a digestibilidade dos nutrientes e a produção de leite.

Devido a esta situação, a busca por alimentos alternativos se faz necessária atingir as exigências, tanto em proteína degradável no rúmen como não degradável no rúmen a

fim de aumentar a produção de proteína metabolizável e, consequentemente, aumentar a produção animal (carne e leite) com redução custos na produção.

Desta forma, mesmo sendo um alimento altamente conhecido e com diversos avanços tecnológicos já implantados em sua utilização, o farelo de soja por diversas vezes vem sendo utilizado em pesquisas com outros alimentos, com o objetivo de substituir de forma parcial ou total em seu uso na alimentação de ruminantes para reduzir custos de produção e atender as exigências dos animais da melhor maneira possível (ABDALLA et al., 2008).

Com base neste contexto, outros co-produtos de indústrias de biodiesel como o farelo de amendoim, o farelo de algodão e o farelo de girassol vem se apresentando como fontes protéicas de alto potencial para substituição parcial ou total do farelo de soja em dietas para ruminantes.

## **2.2 Farelo de amendoim**

O farelo de amendoim é um produto resultante da extração de óleo da semente após a moagem e apresenta, em média, teores de 47 a 54% de PB. Este ingrediente apresenta teores inferiores de lisina, metionina e treonina quando comparado ao farelo de soja (LANA, 2000).

A utilização do amendoim como alimento protéico na forma de farelo vem sendo estudada já a alguns anos e pode agir como substituto do farelo de soja para proteína degradada no rúmen, obtendo valores de aproximadamente 90% de PDR (NRC, 2001; GOES et al., 2004).

O mais sério problema encontrado nesse ingrediente é sua suscetibilidade a contaminação por fungos produtores de micotoxinas, pois quando armazenado de maneira incorreta pode promover o desenvolvimento desses fungos. O teor máximo de aflatoxina aceitável para sua comercialização é de 0,5 ppm (FREIRE et al., 2007).

De acordo com Pedroso (2005), a utilização do farelo de amendoim pode ser limitada quando combinada com uréia nas rações, visto que a maior parte da PDR encontrada no farelo de amendoim é composta por nitrogênio não protéico (NNP).

Segundo Goes et al. (2004), o uso do farelo de amendoim como fonte protéica na alimentação de ruminantes está relacionado ao uso como fonte de PDR, uma vez que sua degradação ruminal é relativamente superior ao farelo de soja e ao farelo de algodão. Todavia, por ser uma fonte de PDR, Pôssas et al. (2009) citam que a utilização de farelo de amendoim como única fonte protéica para vacas lactantes de alta produção

necessita da associação a outra fonte protéica rica em PNDR e que possua bom perfil aminoacídico, principalmente lisina e metionina, podendo assim atingir as exigências dos animais em relação a proteína metabolizável e potencializar a produtividade dos mesmos.

Mota et al. (2013) utilizaram diferentes fontes proteicas em relação ao farelo de soja, dentre elas o farelo de amendoim (51,11% de PB na MS), na dieta de novilhas leiteiras, mestiças Holandês-Zebu, recriadas em confinamento e recebendo 60% de cana-de-açúcar como volumoso. Os mesmos autores não observaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) nos consumos de MS, PB, MM e FDN entre a dieta com farelo de soja e a dieta com farelo de amendoim como fonte protéica. No entanto, foi observado menor consumo ( $P<0,05$ ) de EE, o que possivelmente ocorreu por seu menor teor nesta dieta.

### **2.3 Farelo de algodão**

O algodão apresenta como seu produto suas fibras, para a utilização nas indústrias têxteis. Como produtos resultantes desta indústria existem vários outros com alta importância econômica e classificação diferenciada. Dentro desta classificação existem os primários (línter, a casca e a amêndoa) os secundários (farinha integral, óleo bruto, torta e farelo) e os terciários (óleo refinado, borra e farinha desengordurada) (EMBRAPA, 2006). Apesar de ser conhecido como uma planta fibrosa e oleaginosa, o algodoeiro é também fonte de proteína de qualidade para alimentação animal, fornecendo o caroço e o farelo de algodão (TEIXEIRA, 2009).

Segundo Lana (2000), o uso do farelo de algodão associado ao caroço de algodão não é recomendado para animais leiteiros, pois, ambos contêm gossipol e ácidos graxos ciclopropenóides. O gossipol é um alcalóide polifenólico de cor amarela encontrado nas sementes em formas de grânulos. Os ácidos graxos ciclopropenóides são encontrados no óleo contido nas sementes, e ambos conteúdos podem causar diminuição da fertilidade em machos e fêmeas.

Esta fonte protéica pode ser uma solução para algumas regiões onde é produzida, devido ao preço reduzido, podendo ser utilizada em suplementos, como base de fornecimento de proteína.

O farelo de algodão representa a segunda mais importante fonte de proteína, principalmente para alimentação de bovinos de leite e de corte. Este ingrediente apresenta, em média, teores de 38 a 45% de PB, de boa aceitabilidade e pode substituir

totalmente o farelo de soja em dietas para animais ruminantes. O elevado teor de fibra e a presença de gossipol são os principais fatores limitantes para utilização desse ingrediente na formulação de dietas (BUTOLO, 2002).

Além disso, o farelo de algodão é rico em fósforo e apresenta teores de metionina e triptofano semelhantes ao farelo de soja (LANA, 2000). Porém, apresenta concentrações de lisina menores ao do farelo de soja (SANTOS, 2006).

Alves et al. (2010) avaliando efeito de inclusão de 5 níveis crescentes de farelo de algodão 0; 8,7; 17,4; 26,1 e 34,8% da MS no concentrado, em substituição ao farelo de soja, não observaram diferenças nas médias de produção leiteira (14,03kg/dia), na PLC (3,5%) que foi de 14,68 kg/dia, nem na eficiência alimentar (1,039) e no N ureico no leite (15,24mg/dL). Esses dados indicam que o referido farelo pode ser uma opção de substituição do farelo de soja para animais com produção até 15 kg leite/dia, principalmente quando seu custo for inferior ao do farelo de soja.

## **2.4 Farelo de girassol**

O farelo de girassol é um ingrediente que vem conquistando espaço no mercado em virtude ao aumento do consumo de óleo de girassol no Brasil (GRUNVALD et al., 2008). Este ingrediente é considerado uma fonte proteica de boa aceitabilidade e apresenta, em média, teores de 28 a 42% de PB e contém teor de lisina inferior ao encontrado no farelo de soja, porém apresenta maiores teores de cálcio, fósforo e metionina (LANA, 2000).

Furlan et al. (2001) definem o farelo de girassol como um subproduto do processo de extração industrial de óleos da semente (com ou sem casca), utilizado como componente de ração animal. Apesar do alto conteúdo de proteína, apresenta também alto conteúdo de fibras, que reduz a energia digestível, e baixo teor de lisina.

Oliveira (2008) define fatores a serem levados em consideração quando se usa o farelo de girassol como fonte de proteína, pois em sua composição estrutural há casca, componente rico em fibra em detergente neutra (73% em MS) e lignina (26% em MS), deste modo a quantia de casca que não for separada da semente poderá influenciar no consumo do suplemento, devido a limitação física e retenção de água.

Verificando efeitos de inclusão de níveis crescentes de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja, Garcia (2006), trabalhando com bovinos em fase de crescimento, buscou avaliar os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nutrientes

digestíveis totais (NDT) e ganho médio de peso diário (GMD). Dentre as variáveis citadas anteriormente, não foram observados efeitos ( $P>0,05$ ) nos níveis de inclusão do concentrado, sendo as médias respectivamente 88,09 (MS); 17,55 (PB); 34,13 (FDN); 18,90 (FDA); 61,42 g/kg.PV<sup>0,75</sup>/animal/dia (NDT) e 1,164 kg.PV<sup>0,75</sup>/animal/dia (GMD).

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A descoberta de novas fontes protéicas para a alimentação de animais ruminantes vem sendo constante e a busca por uma melhor relação custo/benefício sempre vem como o enfoque principal. Com esta razão, faz-se necessário o bom uso destes co-produtos com o intuito de não somente aumentar a renda para o produtor, mas também diminuir os custos de produção com a alimentação e aumentar a produtividade do animal, buscando sempre atender as exigências do mesmo com baixo custo e de forma eficiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-258, 2008.

ALVES, A.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ZERVOUDAKIS, L.K.H.; CABRAL, L.S.; LEONEL, F.P.; PAULA, N.F. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3; p.532-540, 2010.

BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1370 – 1381, 2003

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Agro Comunicação, 2002. 430p.

CLARINDO, R.L.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M.; IMAIZUMI, H.; LIMA, N.V.A.; PEREIRA, E.M. Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta de bovinos confinados em fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n.4, p. 902-910, 2008.

DIAS, C.A.S.; CERUTTI, W.G.; BARBOSA, A.M.; COSTA, E.I.S.; OLIVEIRA, R.L.; CARVALHO, G.G.P. 2014. Consumo, Digestibilidade dos Nutrientes e Desempenho Produtivo de Vacas em Lactação Alimentadas com Torta de Amendoim. **Revista Científica de Produção Animal**. v.16, n.2, p.89-103. DOI: <<http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v16n2p89-103>>.

DUARTER, A.B.; BAGALDO, A.R.; MATOSO SILVA, R.V.M.; OLIVEIRA, R.L.; SILVA, T.M.; RIBEIRO, R.2 E ARAÚJO, F.L. 2015. Torta de amendoim em substituição ao farelo de soja na alimentação de cordeiros ½ sangue Dorper. **Arch. Zootec.** 64 (248): 317-322.

FREIRE, F.C.O.; VIEIRA, I.G.P.; GUEDES, M.I.F.; MENDES, F.N.P **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 48p. (Documentos, 110).

FURLAN, A.C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A.E. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.158-164, 2001.

EMBRAPA. **Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar**, 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/subprodutos.htm>>. Acesso em: 10/07/2019.

GARCIA, J.A.S.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R.; SETTI, M.C.; MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H. 2006. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento

alimentados com farelo de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.3, p.223-233, 2006.

GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; ERKE, J.A.; PRADO, O.P.P.; JACOBI, G. 2007. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal edigestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta de resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 291-299.

GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.167-173, 2004.

GRUNVALD, A.K.; CARVALHO, C.G.P.; OLIVEIRA, A.C.B.; ANDRADE, C.A.B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol no Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1483 – 1493, 2008.

GUIMARÃES, T.P. **EXIGÊNCIAS PROTEICAS PARA BOVINOS DE CORTE**. Goiânia, 2011, 28p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, 2017. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/16994-rebanho-de-bovinos-tem-maior-expansao-da-serie-historica.html>>. Acesso em 10 de maio de 2018.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2.ed. – Santa Maria: Ed. DaUFMS, 2009, 216 p.

LAFLEUR, L, BRUN; DELABY, L; HUSSON F; FAVERDIN P. Predicting energy × protein interaction on milk yield and milk composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.4128–4143, 2010.

LANA, R.P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. Viçosa:UFV, 2000. 60p.

MARTINEZ, J. C. Efeito da fonte de proteína degradável no rúmen na produção e metabolismo ruminal de vacas em lactação. **Milkpoint**. 2009. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/efeito-da-fonte-de-proteina-degradavel-no-rumen-na-producao-e-metabolismo-ruminal-de-vacas-em-lactacao-55237n.aspx>> Acesso em: 18 de Setembro de 2019.

MESACASA, A.C.; ZERVOUDAKIS, J.T.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; CABRAL, L.S.; ABREU, J.G.; SILVA-MARQUES, R.P.; ALONSO, M.K.; SILVA, R.F.G.; SOARES, J.Q. 2015. Torta de girassol em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período seco do ano: parâmetros nutricionais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1559-1570. DOI: <10.5433/1679-0359.2015v36n3p1559>.



MOTA, D.A.; BERCHIELLI, T.T.; CANESIN, R.C. et al. Nutrient intake, productive performance and body measurements of dairy heifers fed with different sources of protein. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p.273-279, 2013.

NAVES, J.R.; JESUS, E.F.; BARREIRO, J.R.; ARCARI, M.A.; MARTINS, C.M.M.R.; SANTOS, M.V. 2016. SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO FARELO DE SOJA POR DIFERENTES FONTES NITROGENADAS EM DIETAS A BASE DE CANA DE AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS. **Veterinária e Zootecnia**; 22(1): 101-113.

NRC, 1996. NATIONAL RESEARCH COUNCIL -. Exigências de nutrientes de bovinos de corte. 7.ed. Washington, D.C : National Academic Press, 1996. 244p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 2001.

PAIM, T.P.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C.M.; ABDALLA, A.L. 2010. USO DE SUBPRODUTOS DO ALGODÃO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Ciência Veterinária nos trópicos**, Recife-PE, v. 13, no 1/2/3, p. 24 – 37.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BONFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D. 2011. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394. DOI: <10.4025/actascianimsci.v33i4.11327>

PEDROSO, A. M. 2005. **Farelo de Amendoim: virtudes e limitações para utilização em rações de vacas leiteiras**. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/farelo-de-amendoim-virtudes-elimitacoes-para-utilizacao-em-racoes-de-vacas-leiteiras-25565n.aspx>>. Acesso em: 26 de julho de 2019.

PINA, D.S.; VALADARES, R.F.D.; FILHO, S.C.V; CHIZZOTTI, M.L. **Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana**. In: Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados BRCORTE, 2ª ed, Viçosa: Sebastião de Campos Valadares Filho, Marcos Inácio Marcondes, Mário Luiz Chizzotti, Pedro Veiga Rodrigues Paulino, 2010, p. 13-46.

PÔSSAS, F.P.; GONÇALVES, L.C.; LOBATO, F.C.L. et al. Farelo de amendoim na 5 alimentação de gado de leite. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, 6 P.D.S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: Editora FEPMVZ, 2009. 7 p.478-500.

QUINTELLA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.G.; KORN, M.G.A.; COSTA NETO, P.R.; TORRES, E.A.; CASTRO, M.P.; JESUS, C.A.C. Biodiesel chain from the lab bench to the industry: Na overview with technology assessment. R & D & I opportunities na tasks. **Quím Nova** 2009; 32:793-808.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2006, p.255-286.

SANTOS, G.T.; CAVALIETI, F.L.B.; MODESTO, E.C. Recentes Avanços em Nitrogênio não Protéico na Nutrição de Vacas Leiteiras. In: 2º Simpósio Internacional em Bovinocultura de Leite: Novos conceitos em Nutrição, 2., 2001, Lavras, **Anais...** Lavras: UFLA, 2001, p. 199-228

SANTOS, F.A.P.; MACEDO, F.L.; CHAGAS, L.J. 2011. APLICAÇÃO DO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL PARA BOVINOS LEITEIROS. In: 1º International Symposium of Dairy Cattle e 3º Simpósio Nacional de Bovinocultura de Leite, 3., 2011, Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, 2011, p. 301-334.

SANTOS, F.A.P.; DANÉS, M.A.C.; MACEDO, F.L.; CHAGAS, L.J. Manejo alimentar de vacas em lactação em pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 9., 2011, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2011. p.119 – 158.

SANTOS, F.S. **FARELO DE AMENDOIM EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS.** Areia, Paraíba, 2017. 67 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, 2017.

TEIXEIRA, A. M., GONÇALVES, L. C., VELASCO, F. O., RIBEIRO JÚNIOR, G.O., farelo de algodão na alimentação de gado leiteiro. In: GONÇALVES, L. C., BORGES, I., FERREIRA, P. D. S., 2009. **Alimentos para Gado de Leite.** Editora FEPMVZ, Belo Horizonte, 2009.

VALADARES FILHO, S.C.; LOPES, S.A.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.L. 2019. **Tabelas de composição química e bromatológica dos alimentos – CQBAL 4.0.** Acesso em: 19 de Julho de 2019. Disponível em: <<http://www.cqbal.com.br>>.

VÉRAS, R.M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVÊDO, J.A.G.; DETMANN, E.; PAULINO, P.V.R.; BARBOSA, A.M.; MARCONDES, M.I. Níveis de concentrado na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v. 37, n. 5, p. 951-960, 2008.

## **CAPÍTULO II**

---

**Substituição do farelo de soja por farelos oriundos da produção de biodiesel na dieta de vacas lactantes em pastejo sobre o desempenho**

## **Substituição do farelo de soja por farelos oriundos da produção de biodiesel na dieta de vacas lactantes em pastejo sobre o desempenho**

ALVES JÚNIOR, Renato Tonhá, Universidade Federal da Paraíba, Novembro de 2019. **Substituição do farelo de soja por farelos oriundos da produção de biodiesel na dieta de vacas lactantes em pastejo sobre o desempenho.** Orientador: Severino Gonzaga Neto. Coorientadores: Lara Toledo Henriques e Ricardo Dias Signoretti

**Resumo** - O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da utilização de diferentes co-produtos do biodiesel no concentrado de vacas lactantes sob pastejo de capim Tanzânia, sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes, condição de escore corporal, variação de peso vivo, balanço energético, derivados de purina, balanço de nitrogênio, produção e composição do leite. Doze vacas mestiças, Holandês x Gir, com produção média de 21,14 kg/dia de leite, foram distribuídas em um quadrado latino 4x4 triplo. Cada período experimental tinha duração de 21 dias, com 14 dias destinados à adaptação e sete dias às coletas; totalizando 84 dias de experimento. Os animais permaneceram em pastejo intermitente de capim Tanzânia e foram ordenhadas duas vezes ao dia, recebendo ração concentrada após cada ordenha em baias individuais. Foram quatro tratamentos variando a fonte protéica da ração, sendo utilizados co-produtos oriundos de indústrias de biodiesel: farelo de soja, farelo de girassol, farelo de algodão e farelo de amendoim. Não houve diferença entre os tratamentos em relação ao consumo de MS, PB, FDN, CNF e CHT. O consumo de NDT aumentou ( $P < 0,05$ ) para o tratamento com farelo de algodão. Também não houve diferença na digestibilidade dos nutrientes exceto para FDN e CHT. Todos os animais não apresentaram diferença no peso, ECC e variação de peso e de ECC em relação aos tratamentos. Também não foi encontrada diferença para as variáveis pertencentes a produção e composição do leite. Entretanto o co-produto farelo de algodão apresentou maior EL<sub>c</sub>, menor BE negativo e EU<sub>EL</sub><sub>L</sub>. Produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio não apresentaram diferença entre o uso dos diferentes co-produtos. Desta forma, o uso de farelos de amendoim, farelo de girassol e farelo de algodão podem ser recomendados para substituir o farelo de soja como fonte protéica nas rações de vacas lactantes sob pastejo de capim Tanzânia, porém o farelo de algodão proporcionará melhor aproveitamento do consumo energético.

**Palavras-chaves:** Co-produto, farelo, consumo, digestibilidade, ruminante.

## **Replacement of soybean meal with bran from biodiesel production in the diet of lactating cows grazing on performance**

ALVES JÚNIOR, Renato Tonhá, Universidade Federal da Paraíba, November, 2019. **Replacement of soybean meal with bran from biodiesel production in the diet of lactating cows grazing on performance.** Advisor: Severino Gonzaga Neto. Coorientators: Lara Toledo Henriques and Ricardo Dias Signoretti

**Abstract:** The objective of this research was to evaluate the effects of the use of different biodiesel co-products in the concentrate of lactating cows under Tanzania grass grazing, on dry matter and nutrient intake and digestibility, body score condition, live weight variation, balance. energy, purine derivatives, nitrogen balance, milk yield and composition. Twelve crossbred Holstein x Gir cows, with an average milk yield of 21.14 kg / day, were distributed in a triple 4x4 Latin square. Each experimental period lasted 21 days, with 14 days for adaptation and seven days for collection; totaling 84 days of experiment. The animals remained in intermittent grazing Tanzania grass and were milked twice a day, receiving concentrated feed after each milking in individual stalls. There were four treatments varying the protein source of the diet, being used by-products from biodiesel industries: soybean meal, sunflower meal, cottonseed meal and peanut meal. There was no difference between treatments regarding the intake of DM, CP, NDF, CNF and CHT. TDN intake increased ( $P < 0.05$ ) for treatment with cottonseed meal. There was also no difference in nutrient digestibility except for NDF and CHT. All animals showed no difference in weight, ECC and weight and ECC variation in relation to treatments. Also no difference was found for the variables pertaining to milk production and composition. However, the cottonseed by-product presented higher ELC, lower negative BE and EUELL. Microbial protein production and nitrogen balance showed no difference between the use of different co-products. Thus, the use of peanut meal, sunflower meal and cottonseed meal may be recommended to replace soybean meal as a protein source in lactating cows grazing Tanzania grass, but cottonseed meal will provide better use energetic.

**Key words:** Co-product, bran, consumption, digestibility, ruminant.

## INTRODUÇÃO

Ao considerar a relação entre os constituintes do organismo animal e a aquisição de insumos para a manutenção de tal, a proteína, é o principal constituinte corporal dos animais e, por sua vez, está presente em todo o organismo do animal, tornando-se de suma importância para a manutenção, nutrição e reprodução do animal (SILVA et al., 2016). Quando se trata de animais ruminantes, este nutriente associado a uma fonte energética disponibiliza componentes importantíssimos para os microrganismos do rúmen, que formam proteína microbiana, a qual apresenta cadeia aminoacídica adequada para produção leiteira.

A utilização de farelos resultantes do processamento de grãos e produção de biodiesel é uma alternativa já conhecida dentre os produtores, levando em conta seu valor nutritivo e baixo custo de aquisição. Farelos já conhecidos como o de amendoim, algodão e girassol (PEREIRA et al., 2011; MESACASA et al., 2015; PAIM et al., 2010; DUARTE et al., 2015), apresentam considerável valor nutricional e boa aceitabilidade dentre os ruminantes de um modo geral. Em virtude de tal motivo e o custo de insumos não acompanhar o preço do leite, torna-se viável a utilização de co-produtos ou alimentos alternativos para a obtenção de melhor custo/benefício.

O farelo de soja é a fonte protéica mais utilizada na alimentação de gado leiteiro, só que mesmo o Brasil detendo a segunda maior produção mundial do grão de soja, seu custo é dependente do mercado internacional, por se tratar de uma commodity, diminuindo assim a margem de negociação e refletindo no custo de seu co-produto, o farelo de soja.

Considerando esta realidade, os produtores aumentaram sua curiosidade em relação a co-produtos que pudessem substituir de forma total ou parcial o farelo de soja na alimentação animal, buscando assim manter o desempenho dos animais com baixo custo. Segundo Abdalla et al. (2008), a maioria dos farelos oriundos de plantas oleaginosas apresenta potencial para substituir o farelo de soja na alimentação animal, desde que seja levado em consideração o processamento, a proporção na dieta e o seu fornecimento, bem como o seu armazenamento, fatores antinutricionais e presença de toxinas.

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de diferentes co-produtos da indústria de biodiesel na suplementação de vacas lactantes a pasto, sobre o consumo e desempenho.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do experimento

O experimento foi conduzido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA-AM), localizado no município de Colina, no Estado de São Paulo (latitude de 20° 43' 05" S; longitude 48° 32' 38" W). O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), onde a pluviosidade do mês mais seco é inferior a 30 mm, a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C.

Tabela 3. Condições climáticas observadas durante o período experimental

		Fev/2016	Mar/2016	Abr/2016	Mai/2016
Temperatura (°C)	Média	26,40	26,00	24,00	21,10
	Máxima	32,40	32,30	32,40	31,30
	Mínima	20,40	19,60	15,70	10,90
Precipitação (mm)		105,00	184,20	25,20	0,00
Dias de chuva		7,00	13,00	5,00	0

Fonte: CIIAGRO - Centro integrado de informações agrometeorológicas

As precipitações pluviais médias mensais, coletadas nesta unidade de pesquisa, durante os últimos anos foram 1222 mm (93,7% do total anual) e 82 mm (6,3%), de outubro a maio e junho a setembro, respectivamente. O solo do local do experimento foi classificado como latossolo vermelho-escuro, fase arenosa, com topografia suave ondulada, de acordo com SBCS 2006, Embrapa – Solos. Durante a realização do experimento, as médias de temperaturas e regimes pluviométricos estão dispostas na Tabela 1.

### Delineamento e animais experimentais

Obedecendo aos princípios éticos em experimentação animal, adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) nº 026103/13, foram utilizadas 12 vacas 7/8 mestiças Holandês x Gir, provenientes do rebanho leiteiro do PRDTA-AM, com peso corporal médio de 525,3 kg  $\pm$  82, em segunda lactação com média de 61,7 dias de lactação com potencial de produção de 5000 a 6000 kg de leite por lactação. Estes animais foram utilizados no ensaio de desempenho, com média de produção de 21,14 kg/leite/animal/dia.

As vacas foram distribuídas em quatro grupos homogêneos, de acordo com a produção de leite, ordem de parto (primíparas/multíparas), tendo média de dois partos por animal, e dias em lactação, distribuídas em um delineamento experimental quadrado latino 4x4 triplo. O período experimental ocorreu entre os meses de fevereiro e maio de 2016. Cada período experimental teve duração de 21 dias, com 14 dias destinados à adaptação e sete dias às coletas; totalizando 84 dias de experimento.

### Manejo animal

Todas as vacas foram vermifugadas antes do início do experimento. Estes animais permaneceram em área de pastagem em sistema de pastejo intermitente, ordenhadas duas vezes ao dia (0600 e 1600 horas) e recebendo ração em baias individuais logo após cada ordenha.

### Tratamentos

Foram avaliados quatro tratamentos variando a fonte protéica da ração, sendo utilizados co-produtos oriundos de indústrias de biodiesel: farelo de soja (controle), farelo de girassol, farelo de algodão e farelo de amendoim. Todas as rações foram isoproteicas, contendo em média 12% de proteína bruta (Tabela 2).

Cada vaca recebia a quantidade de ração de acordo com sua produção de leite diária, o que era equivalente a 1 kg de ração a cada 2,5 kg de leite produzido, segundo recomendação do manual de Sistemas de Produção 1 – Embrapa Gado de leite (2003).

Tabela 2. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas (% de MS), proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais.

Componente	Capim Tanzânia	Milho Moído	Farelo de Soja	Farelo de Amendoim	Farelo de Algodão	Farelo de Girassol
MS	30	89	89	89	83	84
MO	20	86	82	84	75	77
MM	9,6	3,1	6,9	5,5	82	6,3
PB	10	9,3	50	49	39	35
EE	0,9	4,2	1,6	2,3	1,3	4,0
FDN	50	9	1,4	15	28	51
CNF	29	75	28	29	23	5,0
CHOT	78	84	42	44	51	56
Ingredientes	% na MS Total					
	F. soja	F. amendoim	F. algodão	F. girassol		
Milho	87,55	86,66	84,11	83,36		
Farelo	8,45	9,36	11,90	12,58		
Sal mineral <sup>1</sup>	4,01	4,04	3,99	4,05		
Componentes	Composição química – bromatológica					



	F. soja	F. amendoim	F. algodão	F. girassol
MS	85,47	85,45	85,73	85,51
MM	7,27	7,20	7,53	7,39
PB	12,36	12,70	12,52	12,19
EE	3,81	5,79	3,69	4,01
FDN	9,06	9,20	10,90	13,90
FDA	4,55	4,94	5,94	7,05
NIDN	0,62	0,59	0,69	0,49
NIDA	2,85	2,34	1,91	3,37
CNF	67,64	67,26	65,48	62,80
CHT	76,70	76,45	76,38	76,72
NDT <sup>2</sup>	81,51	81,28	78,87	79,41

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo: 60 g; Cálcio: 190 g; Sódio: 70 g; Enxofre: 20 g; Magnésio: 20 g; Flúor: 600 mg; Zinco: 2.500 mg; Cobre: 700 mg; Manganês: 1.600 mg; Ferro: 700 mg; Cobalto: 15 mg; Iodo: 40 mg; Selênio: 19 mg; Vitamina A: 200.000 UI; Vitamina D3: 50.000 UI e Vitamina E: 1.500 UI. <sup>2</sup>Estimado a partir da proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína e carboidratos não fibrosos digestíveis segundo NRC (2001).

## Manejo da Pastagem

A área experimental de 24 piquetes com 0,175 ha formados com capim Tanzânia (*Panicum maximum*) foi manejada em sistema de pastejo intermitente.

Os animais tinham acesso ao piquete quando o dossel forrageiro atingia 95% de interceptação luminosa (DA SILVA, 2009), o que equivale a 70 cm de altura de entrada para o capim Tanzânia.

O período médio de ocupação de cada piquete foi de um dia. Todos os animais experimentais pastejaram a mesma área em grupo único e animais extras ao rebanho experimental realizaram o pastejo de repasse para manter o resíduo pós-pastejo ao redor de 30 cm de altura, sempre que necessário.

O pasto foi adubado com 50 kg de N/ha/ciclo de pastejo, visando permitir uma lotação de 6 UA/hadurante o período experimental, ou seja, antes de iniciar o experimento e após o encerramento de cada ciclo. A adubação com outros nutrientes foi feita antes de iniciar o experimento, em função da análise de solo conforme proposto por Werner et al. (1997).

## Medições no Pasto e Coleta de Amostras de Forragem e do Concentrado

A altura de entrada e saída de todos os piquetes foi monitorada utilizando como critério de entrada a altura de 70 cm e saída de 30 cm. A amostragem foi feita quando os animais estavam em período de coleta (sete dias por período), iniciada um dia antes, no 14º dia de cada período. O pasto foi amostrado e colhido rente ao solo em cinco pontos por piquete na entrada e na saída para avaliação dos componentes quantitativos e

estruturais do dossel forrageiro. Foi realizada a separação em três frações: colmo verde, folha verde e matéria morta/senescente. Na sequência, as diferentes frações foram pesadas e secas em estufa com circulação de ar a 55° C por 72 horas e novamente pesadas para o cálculo da matéria seca.

A produção de forragem dentro da área experimental de capim Tanzânia utilizada permitiu uma oferta de massa foliar de 89,34 kg de MS por 100 kg de peso vivo (PV).

Para a estimativa do valor nutritivo da dieta dos animais, foram coletadas amostras durante os sete dias do período de coleta da forragem obtida pelo método de simulação do pastejo, que consiste na coleta manual da forragem após prévia observação do hábito de pastejo dos animais, onde a forragem é coletada com as mãos simulando a captura de folhas pela língua do animal, normalmente nas partes da planta onde existem mais folhas, a qual os animais preferem. As amostras obtidas, somando três por piquete, foram levadas ao laboratório, homogeneizadas, resultando em duas sub-amostras compostas que foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas e novamente pesadas para o cálculo da matéria seca. Estas amostras já secas foram moídas em moinho de facas tipo “Willey” utilizando-se peneira com malha de 1,0 e 2,0 mm e guardadas em recipientes apropriados para posteriores análises e para ensaio de degradabilidade.

Foram coletadas amostras do concentrado fornecido e armazenadas em sacos plásticos, previamente identificados e congelados a -10°C. As sub-amostras foram homogeneizadas, resultando em uma única amostra por período. Posteriormente, essas amostras foram moídas em moinhos de faca tipo “Willey com peneira com crivo de 1,0 mm e armazenadas para posteriores análises laboratoriais.

### **Registro da produção e Amostragens do Leite**

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, às 6h e as 16h, sendo a produção de leite registrada diariamente durante todo o período experimental, levando-se em consideração a produção do 17° ao 21° dia de cada período. A produção de leite foi corrigida para 4,0% de gordura (PLC) segundo fórmula do NRC (2001), onde  $PLC = (0,4 \times PL) + (15 \times (GOR / 100 \times GOR))$ , onde:

PLC = Produção de leite corrigida a 4,0%;

PL = Produção de leite por dia;

GOR = % gordura no leite.

As amostras utilizadas para análise da composição do leite foram obtidas do 17º até o 21º dia de cada período experimental, sendo cada amostra proveniente das duas ordenhas diárias com 40% da amostra coletada na ordenha da tarde do dia 1 e 60% na manhã do dia 2. Foram realizadas análises de gordura, teores de proteína, lactose e nitrogênio uréico no leite (mg/dL). As análises foram feitas no Laboratório Clínica do Leite – Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ-USP. A coleta foi feita em tubo coletor de aproximadamente 100 mL e armazenado em geladeira a 5°C por 24h, quando se procederam as análises.

### **Pesagem dos Animais**

As pesagens dos animais foram feitas sempre no primeiro e no último dia de cada período experimental, após a ordenha da manhã.

### **Preparo do Indicador de Excreção Fecal e sua Administração**

A produção fecal foi estimada em cada um dos animais do experimento utilizando-se o óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como marcador externo. Foram pesados 5 gramas de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  em balança analítica, acondicionados em cápsulas solúveis em meio aquoso. O marcador foi administrado junto a ração diariamente às 8 e 16 horas, totalizando 10 gramas de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ /dia, a partir dos últimos 6 dias do período de adaptação e durante os 4 primeiros dias do período de coleta. As fezes foram coletadas diretamente no reto duas vezes ao dia (8 e 16 horas) durante os 4 primeiros dias do período de coleta, sendo acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer à  $-10^\circ\text{C}$ , e ao final do período de coleta foi feita a amostra composta por animal por período com base no peso seco ao ar. As amostras de fezes foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a  $55^\circ\text{C}$  por 72 horas, e em conjunto com as demais amostras de ingredientes, foram processadas em moinho de facas tipo “Willey” com peneiras de porosidade 1,0 mm.

Na determinação da FDNi, 0,5 g de amostras das dietas experimentais, das eventuais sobras e das fezes foram acondicionadas em sacos de TNT (tecido não-tecido), com gramatura de  $100 \text{ g/m}^2$ , confeccionados com as dimensões 5 x 5 cm. As amostras foram acondicionadas, seguindo a relação de 20 mg de MS por centímetro quadrado de superfície (Nocek, 1997), e incubadas, em triplicata, por 264 horas no rúmen das quatro vacas fistuladas, conforme metodologia descrita por Casali et al. (2008). Após esse período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente até o

total clareamento da água e posteriormente submetidos à secagem em estufa de circulação forçada para a secagem. Após este procedimento, o material remanescente de cada amostra incubada foi acumulado formando uma amostra composta, e desta amostra foi pesado 0,5 g e submetidos à solução de detergente neutro conforme método de Van Soestet al. (1991), por 40 minutos em autoclave a, aproximadamente, 111°C e 0,5 atm (Senger et al., 2008), para estimativa da FDNi.

### **Digestibilidade Aparente, Excreção Fecal e Consumo de Matéria Seca (CMS)**

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e dos nutrientes do capim e dos concentrados foram estimados através da quantificação do consumo observado de MS e a produção fecal obtida pela coleta diária de fezes, durante quatro dias de coletas.

Ao final de cada período experimental foram constituídas amostras de fezes por animal e por período de acordo com a quantidade de MS excretada diariamente por animal.

A estimativa do consumo de matéria seca (CMS) foi feita considerando 7% da produção fecal como sendo proveniente da fração endógena (Weiss et al., 1992), conforme metodologia utilizada por Paciullo et al. (2001).

A produção fecal total estimada pelos indicadores da MS fecal e a recuperação dos indicadores foram calculadas através das seguintes fórmulas:

$$\text{Produção fecal (kg/dia)} = \frac{\text{Quantidade de indicador administrado (g/dia)}}{\text{concentração do indicador nas fezes (g/g de MS)}}$$

$$\text{Recuperação da MS fecal (\%)} = \frac{\text{MS fecal (g)}}{\text{MS coleta total (g)}} \times 100$$

$$\text{Recuperação do indicador} = \frac{1}{\text{recuperação de MS (\%)}} \times 100$$

Uma vez que os animais receberam os concentrados no cocho, o CMS de forragem foi calculado de forma indireta, isto é, subtraindo-se as produções fecais calculadas a partir da digestibilidade do concentrado da excreção fecal total obtida no modelo, através da seguinte equação:

$$\text{Produção fecal originária do concentrado (g MS vaca/dia)} = \text{CMS concentrado (kg/dia)} \times \text{DIGMS do concentrado (\%)}$$

De posse desses dados, o CMS da forragem foi determinado pela seguinte equação:

$$\text{CMS forragem (kg/dia)} = \text{Produção fecal total} - \text{Produção fecal originária de concentrado} / \text{DIGMS da forragem}$$

## **Análises Laboratoriais e Balanço de Energia**

As análises bromatológicas dos alimentos e fezes foram realizadas no Laboratório de análise de produtos de origem vegetal e animal (LAPROVA), localizada na APTA – Alta Mogiana.

Nas amostras foram determinados os teores de matéria seca (MS) (método 967.03), proteína bruta (PB) (método 981.10), extrato etéreo (EE) (método 948.04), matéria mineral (MM) (942.05) segundo recomendações da AOAC (1990).

A fibra em detergente ácido (FDA) e a fibra em detergente neutro (FDN) (973.18) foram determinadas com as amostras submetidas à digestão em solução detergente, conforme o método de Van Soest et al. (1991).

Os teores de carboidratos totais (CHT),  $CHT = 100 - (\% PB + \% EE + \% Cinzas)$ , e de nutrientes digestíveis totais (NDT),  $NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + (EED \times 2,25)$ , em que: PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis; EED = extrato etéreo digestível, foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) e Weiss (1999), respectivamente. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados pela equação:  $CNF = CHO - FDN$ .

A determinação do cromo nas fezes foi realizada segundo Williams et al. (1962).

A uréia foi determinada na urina e no plasma e a creatinina na urina, utilizando-se kits comerciais (Labtest).

O balanço de energia (BE) foi estimado pela ingestão de energia líquida de produção em função do CMS/dia (ELC) pelas vacas e subtraindo-se deste as estimativas das exigências nutricionais diárias em energia líquida para manutenção (ELm) e energia líquida para produção (ELp) de leite adotando as equações propostas pelo NRC (2001):

$$ELC \text{ (Mcal/dia)} = EL \times (CMS/1000)$$

$$ELm \text{ (Mcal/dia)} = [PC^{0,75} \times 0,08] + [((((Distância do pasto à ordenha em km/1000) \times \text{Número de deslocamentos}) \times (0,00045 \times PC)) + (0,0012 \times PC))]$$

$$ELp = [(0,0929 \times \% \text{ de gordura}) + (0,0563 \times \% \text{ de Proteína}) + (0,0395 \times \% \text{ de lactose})] \times \text{Produção de leite em kg}$$

$$BE = ELc - (ELm + ELp)$$

A eficiência de utilização de energia líquida de produção (EUEL<sub>P</sub>) foi determinada pela divisão da EL<sub>P</sub> pela EL<sub>C</sub> e expressa em percentagem (%):

$$EUEL_P = (EL_P/EL_C) \times 100$$

### **Coleta de urina, balanço de Nitrogênio e estimativa da síntese de proteína microbiana**

Com a finalidade de se estimar as excreções diárias de urina, foram realizadas amostras “spot” de urina em micção espontânea quatro horas após o fornecimento do concentrado, após a primeira ordenha. Em seguida, 10 mL de urina foram diluídas em 40 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,036 N) e congeladas a -20°C para posterior determinação dos teores de creatinina e alantoina, segundo Valadares et al. (1999).

As amostras de urina foram analisadas quanto aos teores de nitrogênio e creatinina, empregando-se kits comerciais. O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001). A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg/kg de peso vivo (PV) de creatinina (Chizzotti, et al., 2008). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoina e ácido úrico excretados na urina e da quantidade de alantoina excretada no leite, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), por meio da equação  $Y = 0,85X + 0,385 P^{0,75}$ , em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e 0,385 x  $P^{0,75}$  a contribuição endógena para excreção de purinas (Verbic et al., 1990). A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Y, g N/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), por meio da equação  $Y = (70X) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$ , em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas, e 0,116, a razão N-purina:N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992). O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (CN) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), no leite (N-leite) e na urina (N-urina). A determinação do nitrogênio

total nas fezes e na urina foi feita segundo método descrito por Silva & Queiroz (2002) e o nitrogênio do leite pelo analisador ChemSpec 150, pelo método enzimático e espectrofotométrico, no Laboratório da Clínica do leite, do Departamento de Produção animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP.

A razão de nitrogênio retido pelo ingerido foi determinada da seguinte forma:

$$\text{Ret:ing} = (\text{Nretido/CN}) * 100$$

### **Metodologia estatística e modelo experimental**

As variáveis foram analisadas usando o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \zeta_k + e_{ijk}$$

Sendo  $\mu$  média geral,  $\alpha_i$  efeito aleatório do animal,  $\beta_j$  efeito fixo do período,  $\zeta_k$  efeito fixo do tratamento e  $e_{ijk}$  o erro aleatório.

Todos os conjuntos de dados foram testados antes da análise geral final, na intenção de assegurar que todas as premissas da análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos dados e homocedasticidade) fossem respeitadas.

Os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do PROC GLM do pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

## RESULTADOS

O uso de diferentes co-produtos do biodiesel no concentrado de vacas lactantes a pasto não influenciou de forma significativa ( $P>0,05$ ), exceto para o CNDT ( $P<0,05$ ), sendo maior para o co-produto farelo de algodão ( $P<0,05$ ) (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo de matéria e seus constituintes por vacas sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel.

Variável	Co-produtos				EPM	Valor de P
	SOJ	AME	ALG	GIR		
CMS %PV	3,31	3,26	3,47	3,41	0,71	0,87
ConsSupl (kg/dia)	7,50	7,78	7,23	7,48	1,91	0,92
ConsPasto (kg/dia)	9,69	9,39	10,9	10,5	299	0,55
CMStotal (kg/dia)	17,2	17,2	18,2	18,0	430	0,91
CPB (kg/dia)	2,23	2,34	2,47	2,45	711	0,83
CEE (kg/dia)	0,40	0,41	0,40	0,43	104	0,90
CFDN (kg/dia)	7,30	8,18	8,56	8,18	250	0,65
CCHT (kg/dia)	12,8	13,7	13,7	13,0	340	0,88
CCNF (kg/dia)	5,52	5,53	5,14	4,84	136	0,54
CNDT (kg/dia)	8,43b	8,50b	11,4a	9,19ab	2,24	0,01

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; EPM – erro padrão da média; P – probabilidade; CMS%PV – consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo; ConsSup – consumo do suplemento; ConsPasto – consumo de pasto; CMStotal – consumo de matéria seca total; CPB – consumo de proteína bruta; CEE – consumo de extrato etéreo; CFDN – consumo de fibra em detergente neutro; CCHT – consumo de carboidratos totais; CCNF – consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT – consumo de nutrientes digestíveis totais. Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para a digestibilidade dos nutrientes (Tabela 4) ocorreram variações significativas ( $P<0,05$ ) entre os co-produtos na digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFND) e carboidratos totais (DCHT). Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para a digestibilidade de matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE) e dos carboidratos não fibrosos (DCNF).

Tabela 4. Digestibilidade dos nutrientes de co-produtos do biodiesel utilizados no concentrado de vacas suplementadas a pasto.

Variável	Co-produtos				EPM	Valor de P
	SOJ	AME	ALG	GIR		
DMS(g/kg)	553	551	558	547	4,52	0,95
DPB(g/kg)	565	545	623	590	8,96	0,18
DEE (g/kg)	691	713	664	703	9,28	0,59
DFDN(g/kg)	369c	351c	506a	445b	4,82	<0,01
DCHT(g/kg)	504b	504b	578a	503b	3,39	<0,01
DCNF(g/kg)	666	696	702	609	8,90	0,05

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; EPM – erro padrão da média; P – probabilidade; DMS – digestibilidade da matéria seca; DPB – digestibilidade da proteína bruta; DEE – digestibilidade do extrato etéreo; DFDN – digestibilidade da



fibra em detergente neutro; DCHT – digestibilidade dos carboidratos totais; DCNF – digestibilidade dos carboidratos não fibrosos. Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Valores maiores ( $P>0,05$ ) para o uso do farelo de algodão em relação aos demais co-produtos foram verificados para energia líquida consumida (ELC) e menor para balanço energético (BE) (Tabela6). Todavia, o farelo de algodão foi o co-produto com menor eficiência de utilização de energia líquida no leite (EUEL<sub>L</sub>) (55,0%), já o farelo de soja se diferenciou significativamente ( $P<0,05$ ) em contraste aos demais tratamentos com valor superior (81,0%).

Tabela 6. Produção e composição do leite e balanço energético de vacas lactantes sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel.

Variável	Co-produtos				EPM	Valor de P
	SOJ	AME	ALG	GIR		
PL (kg/dia)	20,8	20,9	20,2	20,7	5,36	0,98
NUL (mg/dL)	12,6	14,2	12,9	12,8	2,65	0,46
PL 4% (kg/dia)	19,4	21,1	18,8	19,8	4,81	0,68
Proteína (%)	3,01	3,03	3,04	3,02	0,18	0,97
Lactose (%)	4,39	4,40	4,35	4,42	0,16	0,78
Gordura (%)	3,62	3,73	3,57	3,74	0,39	0,68
ELC (Mcal/kg MS)	17,8b	18,0b	25,3 <sup>a</sup>	19,4b	4,95	0,01
BE	-5,30b	-5,61b	-2,68 <sup>a</sup>	-4,07b	2,17	0,01
ELm (Mcal)	8,70	8,77	8,73	8,79	0,82	0,99
ELp (Mcal/kg dia)	14,4	14,8	13,9	14,6	3,59	0,94
EUEL <sub>L</sub> (%)	81,0a	82,6 <sup>a</sup>	55,0b	76,5 <sup>a</sup>	7,02	0,01

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; EPM – erro padrão da média; P – probabilidade; PL – produção de leite; NUL – nitrogênio ureico do leite; PL 4% - produção de leite corrigida para 4%; EL<sub>L</sub> – energia líquida do leite; ELC – energia líquida consumida; ED – energia digestível; EM – energia metabólica; EL – energia líquida; BE – balanço de energia; ELm – energia líquida de manutenção; ELp – energia líquida de produção; EUEL<sub>L</sub> – eficiência de utilização de energia líquida no leite. Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os derivados de purina, a produção de proteína microbiana, nitrogênio microbiano e eficiência de síntese de proteína microbiana obtiveram padrões semelhantes entre os co-produtos, demonstrando que as dietas não interferiram ( $P>0,05$ ) no comportamento destes.

Tabela 7. Derivados de purina de vacas lactantes sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel.

Variável	Co-produtos				EPM	Valor de P
	SOJ	AME	ALG	GIR		
N uréico (g/dia)	57,7	72,6	66,4	88,2	38,8	0,54
Ala (mmol/dia)	163	109	124	134	88,3	0,50
AU (mmol/dia)	27,5	29,7	28,0	55,6	33,9	0,14
PT (mmol/dia)	190	138	152	190	100	0,48
Ala PT (mmol/dia)	84,6	78,0	83,0	70,6	14,4	0,09

Pabs (mmol/dia)	204	160	172	203	85,6	0,48
Nmic (g/dia)	148	116	125	148	62,2	0,48
PBmic (g/dia)	928	726	780	924	389	0,41
CNDT (kg/dia)	8,43b	8,50b	11,4a	9,19ab	2,24	0,01
ESPM (g/kg NDT)	109	89,5	71,4	107	41,0	0,10

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; Ala – alantoina; AU – ácido úrico; PT – purinas totais; Ala PT – Razão alantoina:purinas totais; Pabs – purinas absorvidas; Nmic – nitrogênio microbiano; PBmic – proteína microbiana; CNDT – consumo de NDT; ESPM – eficiência de síntese de proteína microbiana; EPM – erro padrão da média; P – probabilidade. Teste de Tukey a 5% probabilidade ( $P < 0,05$ ),

O uso de diferentes co-produtos do biodiesel no concentrado de vacas lactantes em pastejo intermitente não causou diferença no consumo, excreção e balanço de nitrogênio ( $P > 0,05$ ).

Tabela 8. Balanço de nitrogênio de vacas lactantes sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel.

Variável	Co-produtos				EPM	Valor de P
	SOJ	AME	ALG	GIR		
C-N (g/dia)	357	375	396	392	114	0,83
N-fezes (g/dia)	150	161	166	160	40,4	0,81
N-urina (g/dia)	74,8	80,0	48,8	90,0	60,9	0,40
N-leite (g/dia)	98,0	104	96,3	98,2	26,2	0,88
Balanço de N (g/dia)	34,2	29,5	85,4	43,6	103	0,53
N-Retido:ingerido	8,00	4,37	14,2	3,64	29,8	0,81

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; C-N – nitrogênio consumido; N-fezes – excretado nas fezes; N-urina – excretado na urina; N-leite – excretado no leite; Balanço de N – balanço de nitrogênio; N-Retido:ingerido – razão retido:ingerido. Teste de Tukey a 5% probabilidade.

## DISCUSSÃO

Conforme as recomendações do NRC (2001), as exigências de MS, PB e NDT para vacas com peso de 525 kg e produção de 21 kg de leite com 4,0 % de gordura, são, respectivamente, 16,28, 2,13 e 10,15 kg/dia. O CMS e CPB foram atingidos pelos animais, porém somente o tratamento com farelo de algodão apresentou CNDT superior ao recomendado (11,4 kg). Os demais tratamentos apresentaram CNDT inferiores ao recomendado pelo NRC (2001).

A falta de chuva após o segundo período de experimento interferiu na composição do capim, mais precisamente de abril a maio (Tabela 1), reduzindo os níveis de PB e NDT da dieta. Consequentemente, a digestibilidade da forragem reduziu, tornando a taxa de passagem do alimento mais lenta (VAN SOEST, 1994; MERTENS, 1987).

Resultados semelhantes foram observados por Gaviolli (2016) quando o mesmo avaliou diferentes fontes de proteína (farelo de soja, farelo de amendoim, farelo de algodão e torta de semente de seringueira) na alimentação de vacas holandesas com produção média de 22 kg/vaca/dia sobre o consumo de nutrientes, tendo este não apresentado diferença entre os tratamentos. Também não foi relatado diferença em relação ao consumo de nutrientes, MS, PB, FDN e CHT na utilização de co-produtos do biodiesel como o farelo de girassol, farelo de algodão e farelo de soja na dieta de novilhas e vacas lactantes na pesquisa de Lima (2015), assim como neste estudo.

Existem vários fatores que podem influenciar a digestibilidade, como por exemplo, o efeito associativo entre os alimentos, a composição dos alimentos e das dietas, forma de fornecimento, taxas de degradabilidade e passagem, fatores inerentes ao animal e razão proteína:energia (VAN SOEST, 1994; ØRSKOV, 2000).

A DPB foi maior (Tabela 4) para o tratamento com farelo de algodão (623 g/kg), e este fato pode ter potencializado o consumo do pasto, pois a DFDN (506 g/kg) e consequentemente, a DCHT (578 g/kg) também foram maiores para esse co-produto. O CNDT com a utilização do co-produto farelo de algodão também foi maior (11,4 kg/dia) para o co-produto farelo de algodão, que provavelmente foi influenciado pela maior digestibilidade da FDN, DCHT e DPB, que por sua vez podem ter proporcionado maior aporte energético (25,3 Mcal/kg MS) fornecido aos animais que receberam este co-produto (Tabela 6).

O CMS, NDT, qualidade da dieta, categoria animal e estado fisiológico do animal são alguns dos fatores que interferem diretamente no balanço energético do animal (NRC, 2001), deste modo, torna-se compreensivo a diferença significativa nos valores referentes ao consumo de energia e balanço energético.

De acordo com Eustáquio Filho et al. (2010), vacas lactantes apresentam elevação do CMS após a semana de pico de lactação, com isso ocorre um aumento da concentração de insulina destes animais. Com utilização da suplementação, foi fornecida maior quantidade de amido fermentável no rúmen pela dieta, que por sua vez pode ter proporcionado maior formação de propionato no rúmen destes animais. Com o aumento da produção de propionato (precursor da glicose), a produção de glicose no fígado pode ter se elevado, conseqüentemente, houve elevação da concentração de insulina e glicose no plasma, direcionando a glicose sanguínea para a produção de leite e ou para o desenvolvimento de tecidos do corpo (SANTOS & AMSTALDEN, 1998). Devido a suplementação dos animais ter se iniciado aproximadamente na oitava semana de lactação, onde a curva de produção de leite já havia declinado, os animais podem ter direcionado uma parte dos nutrientes para o restabelecimento do peso corporal.

O maior CNDT dos animais que receberam o co-produto farelo de algodão, provavelmente influenciou diretamente no maior consumo de energia líquida (25,3 Mcal/kg MS) (Tabela 6) e conseqüentemente no menor BEN (-2,68) para este tratamento. Mesmo com a eficiência de utilização de energia líquida do leite (EUEL<sub>L</sub>) menor (55,0 %), o fato dos animais que receberam farelo de algodão como co-produto terem apresentado maior CNDT e maior DPB, provavelmente reduziu a retirada de gordura dos adipósitos e possivelmente fez com que os animais utilizassem a proteína da dieta como fonte de energia através do processo de gliconeogênese (EUSTÁQUI FILHO et al., 2010; NRC, 2001).

Atrelado a isto, a produção de N microbiano, proteína microbiana e ESPM não se diferiram entre o uso de diferentes co-produtos no concentrado das vacas lactantes deste experimento. No entanto, a ESPM apresentou valores baixos para todos os co-produtos, quando comparados aos padrões determinados pelo NRC (2001).

A proteína microbiana é muito importante no setor de bovinocultura de leite, pois esta é uma fonte de aminoácidos disponível para a produção de leite, visto que apresenta perfil de aminoácidos de ótima qualidade, além de ser muito semelhante ao perfil aminoacídico da caseína (ANTUNES, 2017).

A síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos fermentáveis no rúmen, proteína degradável no rúmen (PDR) e ou nitrogênio livre (uréia) (CLARK et al., 1992; NRC, 2001), de modo que o crescimento microbiano aumenta com a sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (RUSSELL et al., 1992; NRC, 1996).

Os valores de balanço de nitrogênio e produção de proteína microbiana estão diretamente ligados ao consumo de energia na matéria seca e o consumo de nitrogênio, pois a proporção e composição destes determinam o quanto de nitrogênio será absorvido ou excretado pelo animal.

Ao contrário do co-produto farelo de soja, a utilização de farelo de amendoim disponibilizou maior proporção de PDR para o animal (80% da PB, segundo VALADARES FILHO et al., 2019), resultando assim em um maior aporte de N para os microrganismos ruminais. Todavia, o CNDT e a digestibilidade tanto da FDN quanto dos CHT foram inferiores para a utilização deste co-produto, culminando em um desbalanço entre proteína e energia no rúmen. Todavia, assim como foi para os demais co-produtos, tanto o aporte de nitrogênio para o animal como a produção de leite não foram prejudicados.

Porém, mesmo com baixa produção de proteína microbiana para os animais deste experimento, a produção de leite não foi prejudicada e na maioria das variáveis analisadas o tratamento com farelo de algodão se mostrou mais eficiente, seguido pelo farelo de girassol, farelo de soja e farelo de amendoim.

Ao trabalhar com diferentes fontes protéicas, inclusive com farelo de soja e farelo de algodão, para vacas em lactação, Pina et al. (2006) não encontraram diferença significativa para N-microbiano, eficiência de síntese de proteína microbiana (ESPM) e excreções de alantoína e ácido úrico, assim como foi verificado neste experimento.

A excreção de nitrogênio via fezes e urina não foi influenciada pelos tratamentos utilizados, pois sua excreção está diretamente ligada ao consumo de nitrogênio e a razão proteína:energia da dieta. A excreção sofre alterações, normalmente quando o consumo de nitrogênio é aumentado (VAN SOEST, 1994; HOFFMAN et al., 2001). Porém, tal fato não ocorreu nesta pesquisa.

Da mesma forma, a excreção de nitrogênio no leite reage de acordo com o consumo de nitrogênio da dieta e entre outros fatores, como a produção de leite. Segundo Antunes (2017), quanto maior for a produção de leite, maior a excreção de nitrogênio pelo mesmo. Esta afirmação corrobora com o comportamento dos animais

neste experimento, pois de certa forma, assim como o consumo de nitrogênio foi semelhante, também não houve diferença na produção de leite (Tabela 7), visto que estes fatos refletiram diretamente na excreção de nitrogênio ureico do leite.

O mesmo autor relata que a formulação de ração de forma balanceada é uma das formas de evitar que o excesso de nitrogênio seja excretado para o meio ambiente. O nitrogênio excedente consumido pelo animal é absorvido pelo epitélio do rúmen, sendo uma parte deste excretada nas fezes, na urina, no leite e o restante vai para o fígado do animal e volta para o animal pela corrente sanguínea e posteriormente via saliva (AZEVEDO et al., 2010). Quando a razão de nitrogênio retido:ingerido é positiva, significa que houve absorção de proteína pelo animal, evitando assim perda de massa muscular e, provavelmente, atendendo as exigências de proteína do animal (VASCONCELOS et al., 2010). Desta forma, fica claro que todos os co-produtos utilizados, não apresentaram efeito negativo na utilização de nitrogênio da dieta em relação ao ganho de peso. É importante salientar que, mesmo o farelo de amendoim apresentando VPV negativa, não foi significativo para 5%, de acordo com o teste de Tukey.

Avaliando a substituição do farelo de soja por farelo de amendoim para vacas lactantes sob pastejo de capim Tanzânia, Dias (2013) não observou diferença entre os tratamentos em relação a produção de leite e a produção de leite corrigida a 3,5%. O mesmo autor também declara que não houve diferença em relação a produção de NUL, o qual apresentou média de 16,12 mg/dL.

Segundo Guimarães Júnior et al. (2007), as concentrações de NUL devem se manter entre 12 a 20 mg/dL. Caso esta concentração se eleve é sinal de que há um excesso de proteína na dieta, ou existe baixa quantidade ou qualidade dos carboidratos presentes na ração, ou até mesmo há um desbalanço na razão proteína:energia da dieta. Deste modo, torna-se evidente que não houve problemas em relação a dieta dos animais que causassem elevação da concentração de NUL acima do padrão determinado por Guimarães Júnior et al. (2007) em nenhum dos tratamentos utilizados neste estudo, apresentando uma média de 13,12 mg/dL de NUL.

Ao avaliar a produção e composição química do leite de vacas lactantes a pasto suplementadas com torta de amendoim, Cerutti (2013) não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos para os quesitos: produção de leite, NUL, lactose, proteína e gordura. O mesmo fato ocorreu no presente experimento, demonstrando que a alteração da fonte protéica do concentrado não causou variação nos itens analisados.

Também não houve diferença sobre a produção de leite e a composição deste no trabalho de Gaviolli (2016), quando avaliou diferentes fontes de proteína para vacas lactantes, das quais foram utilizadas torta de semente de seringueira, um concentrado comercial e outros co-produtos como farelos de soja, de algodão e de amendoim, assim como o presente trabalho.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que todos os co-produtos utilizados neste experimento podem substituir o farelo de soja na dieta de vacas lactantes sob pastejo, porém o co-produto farelo de algodão pode ser utilizado em substituição ao farelo de soja apresentando melhores resultados em relação ao consumo de energia, ganho de peso, balanço energético e também em eficiência de utilização de energia líquida.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-258, 2008.

ALVES, A.S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; CABRAL, L.S.; LEONEL, F.P.; PAULA, N.F. 2010. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**.V.39, n.3, p.532-540, 2010.

ANTUNES, A.P.S. **COPRODUTOS DE OLEAGINOSAS EM DIETAS PARA VACAS LACTANTES EM PASTEJO**. Itapetinga, Bahia, 2017. 117p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, 2017.

AZEVEDO, E.B.; PATIÑO, H. O.; DA SILVEIRA, A.L.F.; LÓPEZ, J.;NÖRNBERG, J.L.; BRÜNING, G. Suplementação nitrogenada com ureia comum ou encapsulada sobre parâmetros ruminais de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**. V. 40, p. 622–627, 2010.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, L.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335 – 342, 2008.

CERUTTI, W.G. **TORTA DE AMENDOIM NA SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO A PASTO**. Santa Catarina, Rio Grande do Sul, 2013. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 2013.

CHEN, X.B., GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. International Feed Research Unit. Bucksburnd, Aberdeen: Rowett Research Institute. 21p, 1992.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, p.218-225, 2008.

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.

DA SILVA, S.C. Conceitos básicos sobre sistemas de produção animal em pasto. In: INTENSIFICAÇÃO DESISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTO, 25.,2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 2009. p. 7-36.

DUARTER, .A.B.; BAGALDO, A.R.; MATOSO SILVA, R.V.M.; OLIVEIRA, R.L.; SILVA, T.M.; RIBEIRO, R.2 E ARAÚJO, F.L. 2015. Torta de amendoim em substituição ao farelo de soja na alimentação de cordeiros ½ sangue Dorper. **Arch. Zootec.** 64 (248): 317-322.

EDMONSON, A.J. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.1, p.68-78, 1989.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gado de leite. 2003. **Sistemas de Produção**. 1. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/alimentacao.html>>. Acesso em: 13 de Outubro de 2019.

EUSTÁQUI FILHO, A.; FARIAS, M.S.; SANTOS, P.E.F.; SILVA, M.W.R. 2010. Balanço energético negativo. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 11, Ed. 116, Art. 785, 2010.

GAVIOLLI, V.R.N. **Fontes proteicas para vacas leiteiras**. Jaboticabal, São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2016. 56p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016.

GODOY, M.M.; ALVES, J.B.; MONTEIRO, A.L.G.; VALÉRIO FILHO, W.V. 2004. Parâmetros Reprodutivo e Metabólico de Vacas da Raça Guzerá Suplementadas no Pré e Pós-Parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.103-111, 2004.

GUIMARÃES JUNIOR, R.; PEREIRA, L.G.R.; TOMICH, T.R. et al. **Ureia na Alimentação de vacas leiteiras**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 33p.

HOFFMAN, P.C.; ESSER, N.M.; BAUMAN, L.M.; DENZINE, S.L.; ENGSTROM, M.; CHESTER-JONES, H. Short communication: effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**.V.84, p.843-847, 2001.

LIMA, M. V. G. 2015. **Co-produtos do biodiesel em dietas para novilhas e vacas lactantes**. Itapetinga, Bahia: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2015.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 1548-1558, 1987.

MESACASA, A.C.; ZERVOUDAKIS, J.T.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; CABRAL, L.S.; ABREU, J.G.; SILVA-MARQUES, R.P.; ALONSO, M.K.; SILVA, R.F.G.; SOARES, J.Q. 2015. Torta de girassol em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período seco do ano: parâmetros nutricionais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1559-1570. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n3p1559.

MOTA, D.A.; FRAGATA, N.P.; MELO, T.V.; DOMINGUES, F.N.; BENTO, C.B.P.; SILVA, J.B. 2018. Perfil metabólico de novilhas alimentadas com diferentes fontes protéicas. **Revista Agrarian**. v.11, n.42, p.371-379, 2018.

MOTA, D.A.; BERCHIELLI, T.T.; CANESIN, R.C. et al. Nutrient intake, productive performance and body measurements of dairy heifers fed with different sources of protein. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p.273-279, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 7.ed., 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.) **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: FAEPE, p.197 – 240, 1997.

ØRSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. **Asian-Australasian Journal Animal Science**. v.13, p.128-136, 2000.

PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F.; et al. Disponibilidade de material seca e consumo de forragem de vacas em lactação em pastagem de capim-elefante. (CD). In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 30. 2001, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: SBZ, 2001.

PAIM, T.P.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C.M.; ABDALLA, A.L. 2010. USO DE SUBPRODUTOS DO ALGODÃO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Ciênc. vet. tróp.**, Recife-PE, v. 13, no 1/2/3, p. 24 – 37.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BONFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D. 2011. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i4.11327>

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006

SANTOS, J.E.P. E M. AMSTALDEN. Effects of nutrition on bovine reproduction. XIII ReuniãoAnual SBTE. Atibaia, SP. In: Arquivo da Faculdade de Veterinaria. UFRGS. Porto Alegre,RS. v. 26, n. 1, p. 19-89. 1998.

SENGER, C.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, n.1-2, p.169 -174, 2008.

SIGNORETTI, R.D.; RESENDE, F.D.; PESSIM, B.; SOUZA, F.H.M.; SOUZA, L.Â. **PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DE LEITE DE VACAS MISTIÇAS SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONCENTRADO**

**MANTIDAS EM PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA IRRIGADA.** Alta Mogiana: Odessa, 2013. 19 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos).** 2. Ed., Viçosa, MG: UFV. 2002, 178p.

SILVA, V.L.; BORGES, I.; ARAÚJO, A.R.; COSTA, H.H.A.; ALVES FILHO, F.M.; INÁCIO, D.F.S.; PAIVA, P.D.A.; ALCÂNTARA, P.B.X. 2016. IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES. **Acta Kariri Pesq. e Des. Crato/CE**, V.1, N.1, p.38-47.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets; II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

VALADARES, FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Teores de proteína em dietas de vacas leiteiras. Simpósio Internacional de Gado de Leite, II. 2001. Lavras. **Anais...** Lavras:UFLA, 2001.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686- 2696, 1999.

VALADARES FILHO, S.C.; LOPES, S.A.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.L. 2019. Tabelas de composição química e bromatológica dos alimentos – CQBAL 4.0. Acesso em: 19 de Julho de 2019. Disponível em: <<http://www.cqbal.com.br>>.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

VAN KNEGSEL, A.T.M.; VAN DEN BRAND, H.; DIJKSTRA, J.; VAN STRAALLEN, W.M.; JORRITSMA, R.; TAMMINGA, S.; KEMP, B. Effect of glucogenic vs. lipogenic diets on energy balance, blood metabolites, and reproduction in primiparous and multiparous dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3397– 3409, 2007.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, p. 95-119, 1992.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. **Forrageiras**. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2: ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p.263-273.(Boletim Técnico, 100).

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMAA, O. The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.3, p.381-385, 1962.

### **CAPÍTULO III**

---

**Substituição de farelo de soja por farelos oriundos da produção de biodiesel na dieta de vacas secas em pastejo sobre consumo, desempenho e parâmetros ruminais**

## **Substituição de farelo de soja por farelos oriundos da produção de biodiesel na dieta de vacas secas em pastejo sobre consumo, desempenho e parâmetros ruminais**

ALVES JÚNIOR, Renato Tonhá, Universidade Federal da Paraíba, Novembro de 2019. **Substituição de farelo de soja por farelos oriundos da produção de biodiesel na dieta de vacas secas em pastejo sobre consumo, desempenho e parâmetros ruminais.** Orientador: Severino Gonzaga Neto. Coorientadores: Lara Toledo Henriques e Ricardo Dias Signoretti

### **Resumo**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da utilização de diferentes co-produtos do biodiesel no concentrado de vacas fistuladas sob pastejo de capim Tanzânia, sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes, condição de escore corporal, variação de peso, balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e derivados de purina. Foram utilizadas quatro vacas mestiças, Holandês x Gir, canuladas no rúmen, não lactantes, com peso vivo médio de 729,50 kg  $\pm$  67. As vacas foram distribuídas em um delineamento experimental quadrado latino. Cada período experimental tinha duração de 21 dias, com 14 dias destinados à adaptação e sete dias às coletas, totalizando 84 dias de experimento. Os animais permaneciam em pastejo intermitente de capim Tanzânia, recebendo ração concentrada em baias individuais duas vezes ao dia. Foram quatro tratamentos variando a fonte protéica da ração, sendo utilizados co-produtos oriundos de indústrias de biodiesel: farelo de soja, farelo de girassol, farelo de algodão e farelo de amendoim. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os co-produtos em relação ao consumo de MS, PB, EE, FDN, CNF, CHT e NDT. Também não houve diferença na digestibilidade dos nutrientes, exceto para FDN e CHT. Todos os animais não apresentaram diferença em relação aos parâmetros ruminais, porém houve alteração nos níveis de N-NH<sub>3</sub> indicando que o co-produto com farelo de soja obteve menor produção e o co-produto com farelo de amendoim apresentou maior produção em relação aos outros co-produtos. Não houve influência dos co-produtos sob o consumo e excreções de N. Não foi observado diferença na excreção de derivados de purina e produção de proteína microbiana. Desta forma, os co-produtos farelos de amendoim, farelo de girassol e farelo de algodão podem substituir o farelo de soja como fonte protéica nas rações de vacas secas sob pastejo de capim Tanzânia sem afetar o consumo de MS, o desempenho, peso vivo, condição de escore corporal, parâmetros ruminais e a produção de proteína microbiana. Entretanto, o co-produto farelo de algodão pode proporcionar maior eficiência em relação a digestibilidade dos carboidratos totais e da fibra em detergente neutro da dieta.

**Palavras-chaves:** matéria seca, pH, proteína, acetato, metabolismo, ruminante.

## **Replacement of soybean meal with bran from the production of biodiesel in the diet of dry cows grazing on consumption, performance and ruminal parameters.**

ALVES JÚNIOR, Renato Tonhá, Universidade Federal da Paraíba, November, 2019. **Replacement of soybean meal with bran from the production of biodiesel in the diet of dry cows grazing on consumption, performance and ruminal parameters.** Advisor: Severino Gonzaga Neto. Coorientators: Lara Toledo Henriques and Ricardo Dias Signoretti.

### **Abstract**

The objective of this research was to evaluate the effects of the use of different biodiesel co-products in the concentrate of fistulated cows under Tanzania grass grazing, on dry matter and nutrient intake and digestibility, body score condition, weight variation, weight balance, nitrogen, ruminal parameters and purine derivatives. Four non-lactating rumen cannulated crossbred Holstein x Gir cows with average live weight of 729.50 kg  $\pm$  67 were used. The cows were distributed in a Latin square experimental design. Each experimental period lasted 21 days, with 14 days for adaptation and seven days for collection, totaling 84 days of experiment. The animals remained on intermittent grazing Tanzania grass, receiving concentrated feed in individual pens twice a day. There were four treatments varying the protein source of the diet, being used by-products from biodiesel industries: soybean meal, sunflower meal, cottonseed meal and peanut meal. There was no difference ( $P > 0.05$ ) between the co-products in relation to the consumption of DM, CP, EE, NDF, CNF, CHT and NDT. There was also no difference in nutrient digestibility, except for NDF and CHT. All animals showed no difference in relation to ruminal parameters, but there was alteration in N-NH<sub>3</sub> levels indicating that the soybean meal co-product had lower production and the peanut meal co-product showed higher production compared to the others. co-products. There was no influence of co-products on N consumption and excretion. No difference was observed in the excretion of purine derivatives and microbial protein production. In this way, peanut meal, sunflower meal and cottonseed meal co-products can replace soybean meal as a protein source in Tanzania grass dry cow diets without affecting DM intake, performance, live weight, body score condition, ruminal parameters and microbial protein production. However, the cottonseed by-product may provide greater efficiency in relation to the digestibility of total carbohydrates and neutral detergent fiber in the diet.

**Key words:** dry matter, pH, protein, acetate, metabolism, ruminant.



## INTRODUÇÃO

A produção de biodiesel aumentou em grande escala a produção de grãos e consequentemente farelos que são resultantes do processamento de extração do óleo o qual também é utilizado como matéria prima para produção de biodiesel. Dentre esses fornecedores de matéria prima, a soja é o maior para produção de biodiesel (32%) seguido da Palma (27%), Colza (14%), Girassol (8%), Amendoim (6%), Algodão (3%), Mamona (0,5%) entre outros (13%) (CRESTANA, 2005). A soja não é o grão com maior produção de óleo, porém é o que possui maior avanço tecnológico, permitindo assim uma maior exploração deste produto (CAMARGOS, 2005). Diversos produtos que fornecem óleo para produção de biodiesel como a soja, amendoim, algodão e girassol podem destinar seus co-produtos para alimentação animal, já outros como a mamona apresentam alta toxicidade impedindo a utilização da torta na alimentação animal (QUESSADA et al., 2010).

A utilização de farelos resultantes do processamento de grãos e produção de biodiesel é uma alternativa já conhecida dentre os produtores, levando em conta seu valor nutritivo e baixo custo de aquisição. Farelos já conhecidos como o de amendoim, algodão e girassol (PEREIRA et al., 2011; MESACASA et al., 2015; PAIM et al., 2010; DUARTE et al., 2015) , apresentam considerável valor nutricional e boa aceitabilidade dentre os ruminantes de um modo geral.

O farelo de soja é a fonte protéica mais utilizada na alimentação de gado leiteiro, só que mesmo o Brasil detendo a segunda maior produção mundial do grão de soja, seu custo é dependente do mercado internacional, por se tratar de uma commodity, diminuindo assim a margem de negociação e refletindo no custo de seu co-produto, o farelo de soja.

Em virtude desta realidade, os produtores aumentaram sua curiosidade em relação a co-produtos que pudessem substituir de forma total ou parcial o farelo de soja na alimentação animal, buscando assim manter o desempenho dos animais com baixo custo. Segundo Abdalla et al. (2008), a maioria dos farelos oriundos de plantas oleaginosas apresentam potencial para substituírem o farelo de soja na alimentação animal, desde que seja levado em consideração o processamento, a proporção na dieta e o seu fornecimento, bem como o seu armazenamento, fatores antinutricionais e presença de toxinas.

Ao considerar a relação entre os constituintes do organismo animal e a aquisição de insumos para a manutenção de tal, a proteína, é o principal constituinte corporal dos animais e, por sua vez, está presente em todo o organismo do animal, tornando-se de suma importância para a manutenção, nutrição e reprodução do animal (SILVA et al., 2016). Quando se trata de animais ruminantes, este nutriente associado a uma fonte energética disponibiliza componentes importantíssimos para os microrganismos do rúmen, que formam proteína microbiana, a qual apresenta cadeia aminoacídica adequada para produção leiteira.

Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de diferentes co-produtos da indústria de biodiesel na suplementação de vacas secas, canuladas, mantidas em pastejo intermitente de capim Tanzânia, sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes, peso vivo, condição de escore corporal, balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e produção de proteína microbiana.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do experimento

O experimento foi conduzido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA-AM), localizado no município de Colina, no Estado de São Paulo (latitude de 20° 43' 05" S; longitude 48° 32' 38" W). O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), apresentando pluviosidade do mês mais seco inferior a 30 mm, a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C.

Tabela 4. Condições climáticas observadas durante o período experimental

		Fev/2016	Mar/2016	Abr/2016	Mai/2016
Temperatura (°C)	Média	26,40	26,00	24,00	21,10
	Máxima	32,40	32,30	32,40	31,30
	Mínima	20,40	19,60	15,70	10,90
Precipitação (mm)		105,00	184,20	25,20	0,00
Dias de chuva		7,00	13,00	5,00	0

Fonte: CIIAGRO - Centro integrado de informações agrometeorológicas

As precipitações pluviiais médias mensais, coletadas nesta unidade de pesquisa, durante os últimos anos foram 1222 (93,7% do total anual) como máxima e 82 mm (6,3%) como mínima, observadas de outubro a maio e junho a setembro, respectivamente. O solo do local do experimento foi classificado como latossolo vermelho-escuro, fase arenosa, com topografia suave ondulada, de acordo com SBCS 2006, Embrapa – Solos.

### Animais experimentais e tratamentos

Para desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas quatro vacas da raça Holandês x Gir, canuladas no rúmen, não lactantes, com peso vivo médio de 729,50 kg  $\pm$  67. As vacas foram distribuídas em um delineamento experimental quadrado latino. Cada período experimental tinha duração de 21 dias, com 14 dias destinados à adaptação e sete dias às coletas; totalizando 84 dias de experimento.

Foram ofertados quatro tratamentos variando a fonte protéica da ração, utilizando co-produtos oriundos de indústrias de biodiesel da região de São Paulo, sendo eles: farelo de soja, farelo de girassol, farelo de algodão e farelo de amendoim, tendo como fonte de volumoso exclusivo o pasto de capim Tanzânia (Tabela 2). Apesar da variação

da fonte proteica, preconizou-se para todas as dietas um teor aproximado de 12% de proteína bruta.

Tabela 2. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas (g/kg de MS), proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais.

Componente	Capim Tanzânia	Milho Moído	Farelo de Soja	Farelo de Amendoim	Farelo de Algodão	Farelo de Girassol
MS	30	89	89	89	83	84
MO	20	86	82	84	75	77
MM	9,6	3,1	6,9	5,5	82	6,3
PB	10	9,3	50	49	39	35
EE	0,9	4,2	1,6	2,3	1,3	4,0
FDN	50	9	1,4	15	28	51
CNF	29	75	28	29	23	5,0
CHOT	78	84	42	44	51	56
Ingredientes	% na MS Total					
	F. soja	F. amendoim	F. algodão	F. girassol		
Milho	87,55	86,66	84,11	83,36		
Farelo	8,45	9,36	11,90	12,58		
Sal mineral <sup>1</sup>	4,01	4,04	3,99	4,05		
Componentes	Composição química – bromatológica					
	F. soja	F. amendoim	F. algodão	F. girassol		
MS	85,47	85,45	85,73	85,51		
MM	7,27	7,20	7,53	7,39		
PB	12,36	12,70	12,52	12,19		
EE	3,81	5,79	3,69	4,01		
FDN	9,06	9,20	10,90	13,90		
FDA	4,55	4,94	5,94	7,05		
NIDN	0,62	0,59	0,69	0,49		
NIDA	2,85	2,34	1,91	3,37		
CNF	67,64	67,26	65,48	62,80		
CHT	76,70	76,45	76,38	76,72		
NDT <sup>2</sup>	81,51	81,28	78,87	79,41		

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo: 60 g; Cálcio: 190 g; Sódio: 70 g; Enxofre: 20 g; Magnésio: 20 g; Flúor: 600 mg; Zinco: 2.500 mg; Cobre: 700 mg; Manganês: 1.600 mg; Ferro: 700 mg; Cobalto: 15 mg; Iodo: 40 mg; Selênio: 19 mg; Vitamina A: 200.000 UI; Vitamina D3: 50.000 UI e Vitamina E: 1.500 UI. <sup>2</sup>Estimado a partir da proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína e carboidratos não fibrosos digestíveis segundo NRC (2001).

## Manejo da Pastagem

A área experimental possui 24 piquetes de 0,175 ha formados com capim Tanzânia (*Panicum maximum*) manejada em sistema de pastejo intermitente.

Os animais tinham acesso ao piquete quando o dossel forrageiro atingia 95% de interceptação luminosa (DA SILVA, 2009), o que equivale a 70 cm de altura de entrada para o capim Tanzânia.

O período médio de ocupação de cada um dos 24 piquetes foi de um dia. Todos os animais experimentais pastejaram a mesma área em grupo único e animais extras do rebanho realizaram o pastejo de repasse para manter resíduo pós-pastejo ao redor de 30 cm, sempre que necessário.

Os pastos foram adubados com 50 kg de N/ha/ciclo de pastejo, visando permitir uma lotação de 6 UA/ha durante o período experimental. A adubação com outros nutrientes foi feita em função da análise de solo conforme proposto por Werner et al. (1997).

#### Medições no Pasto e Coleta de Amostras de Forragem e do Concentrado

A altura de entrada e saída de todos os piquetes foi monitorada utilizando como critério de entrada a altura de 70 cm e saída de 30 cm. A amostragem foi feita quando os animais estavam em período de coleta (sete dias por período), iniciada um dia antes, no 14º dia. O pasto foi amostrado e colhido em cinco pontos por piquete na entrada e na saída para avaliação dos componentes quantitativos e estruturais do dossel forrageiro. Foi realizada a separação em três frações: colmo verde, folha verde e matéria morta/senescente. Na sequência, as diferentes frações foram pesadas e secas em estufa com circulação de ar a 55° C por 72 horas e novamente pesadas para o cálculo da matéria seca.

A produção de forragem dentro da área experimental de capim Tanzânia utilizada permitia uma oferta de massa foliar de 89,34 kg de MS por 100 kg de peso vivo (PV).

Para a estimativa do valor nutritivo da dieta dos animais, foram coletadas amostras, durante os sete dias do período de coleta da forragem obtida pelo método de simulação do pastejo, que consiste na coleta manual da forragem, após prévia observação do hábito de pastejo dos animais. As amostras obtidas, somando três por piquete, foram levadas ao laboratório, homogeneizadas, resultando em duas sub-amostras compostas que foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas e novamente pesadas para o cálculo da matéria seca. Estas amostras já secas foram moídas em moinho de facas tipo “Willey” utilizando-se peneira com malha de 1,0 mm e guardadas em recipientes apropriados para posteriores análises.

Foram coletadas amostras de concentrado fornecido e armazenadas em sacos plásticos, previamente identificados e congelados a -10°C. As sub-amostras foram homogeneizadas, resultando em uma única amostra por período. Posteriormente, essas amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, moídas em

moinhos de faca tipo “Willey com peneira com crivo de 1,0 mm e armazenadas para posteriores análises laboratoriais.

#### **Pesagem dos Animais e Escore de Condição Corporal**

O escore da condição corporal (ECC) foi estimado nos dias de pesagem, no primeiro e no último dia de cada período experimental (a cada 21 dias), antes do fornecimento de ração da manhã, realizada por três avaliadores utilizando-se a metodologia proposta por Edmonson et al. (1989), baseada em avaliações visuais e táteis das reservas corporais em pontos específicos do corpo do animal, utilizando-se uma escala biológica de 1 (muito magra) a 5 (muito gorda), com subunidades de 0,5 pontos.

#### **Preparo do Indicador de Excreção Fecal e sua Administração**

A produção fecal foi estimada em cada um dos animais do experimento utilizando-se o óxido de cromo como marcador externo. Foram pesados 5 gramas de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  em balança analítica, acondicionados em cápsulas solúveis em meio aquoso. O marcador foi administrado junto a ração diariamente às 8 e 16 horas, totalizando 10 gramas de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ /dia, a partir dos últimos 6 dias do período de adaptação e durante os 4 primeiros dias do período de coleta. As fezes foram coletadas diretamente no reto duas vezes ao dia (8 e 16 horas) durante os 4 primeiros dias do período de coleta, sendo acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer à  $-10^\circ\text{C}$ , e ao final do período de coleta foi feita a amostra composta por animal com base no peso seco ao ar. As amostras de fezes foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a  $55^\circ\text{C}$  por 72 horas, e em conjunto com as demais amostras de ingredientes, foram processadas em moinho de facas tipo “Willey” com peneiras de porosidade 1,0 mm.

Na determinação da FDNi, 0,5 g de amostras das dietas experimentais, das eventuais sobras e das fezes foram acondicionadas em sacos de TNT (tecido não-tecido), com gramatura de  $100\text{ g/m}^2$ , confeccionados com as dimensões 5 x 5 cm. As amostras foram acondicionadas, seguindo a relação de 20 mg de MS por centímetro quadrado de superfície (Nocek, 1997), e incubadas, em triplicata, por 264 horas no rúmen das quatro vacas fistuladas, conforme metodologia descrita por Casali et al. (2008). Após esse período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente até o total clareamento da água e posteriormente submetidos à secagem em estufa de circulação forçada para a secagem. Após este procedimento, o material remanescente de cada amostra incubada foi acumulado formando uma amostra composta, e desta amostra foi pesado 0,5 g e submetidos à solução de detergente neutro conforme método de Van

Soest et al. (1991), por 40 minutos em autoclave a, aproximadamente, 111°C e 0,5 atm (Senger et al., 2008), para determinação da FDNi.

### **Digestibilidade Aparente, Excreção Fecal e Consumo de Matéria Seca (CMS)**

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e dos nutrientes do capim e dos concentrados foram determinados através da quantificação do consumo observado de MS e a produção fecal obtida pela coleta diária de fezes, durante quatro dias de coletas.

Ao final de cada período experimental foram constituídas amostras de fezes por animal e por período de acordo com a quantidade de MS excretada diariamente por animal.

A estimativa do consumo de matéria seca (CMS) foi determinada considerando 7% da produção fecal como sendo proveniente da fração endógena (Weiss et al., 1992), conforme metodologia utilizada por Paciullo et al. (2001).

A produção fecal total estimada pelos indicadores da MS fecal e a recuperação dos indicadores foram calculadas através das seguintes fórmulas:

$$\text{Produção fecal (kg/dia)} = \frac{\text{Quantidade de indicador administrado (g/dia)}}{\text{concentração do indicador nas fezes (g/g de MS)}}$$

$$\text{Recuperação da MS fecal (\%)} = \frac{\text{MS fecal (g)}}{\text{MS coleta total (g)}} \times 100$$

$$\text{Recuperação do indicador} = \frac{1}{\text{recuperação de MS (\%)}} \times 100$$

Uma vez que os animais receberam os concentrados no cocho, o CMS de forragem foi calculado de forma indireta, isto é, subtraindo-se as produções fecais calculadas a partir da digestibilidade do concentrado da excreção fecal total obtida no modelo, através da seguinte equação:

$$\text{Produção fecal originária do concentrado (g MS vaca/dia)} = \text{CMS concentrado (kg/dia)} \times \text{DIGMS do concentrado (\%)}$$

De posse desses dados, o CMS da forragem foi determinado pela seguinte equação:

$$\text{CMS forragem (kg/dia)} = \text{Produção fecal total} - \text{Produção fecal originária de concentrado} / \text{DIGMS da forragem}$$

### **Parâmetros Ruminais - Produção de Ácidos Graxos de Cadeia Curta, pH e Amônia Ruminal**

Foram coletadas amostras do líquido ruminal durante o 1º dia de coleta de cada período experimental visando a determinação do pH, concentração de N-NH<sub>3</sub> e concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), sendo realizadas antes do

fornecimento da dieta matinal e após 2, 4 e 6 horas, conforme metodologia descrita por Queiroz et al. (2012). As amostras de líquido ruminal foram colhidas manualmente de quatro pontos distintos, na região ventral do rúmen, posteriormente à homogeneização do conteúdo ruminal.

Para aquisição do líquido, a digesta ruminal foi filtrada em quatro camadas de tecido de algodão, sendo adquirida uma quantidade de  $\pm 200$  mL. Após a filtragem, a parte sólida foi devolvida ao rúmen, e imediatamente o líquido foi homogeneizado e o pH mensurado através de leitura direta com potenciômetro digital. Após mensuração do pH, quatro alíquotas de fluido foram coletadas. Duas delas de 20 mL foram acondicionadas em recipientes contendo 1 mL de ácido clorídrico (HCl) a 6N cada e armazenados a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para posterior avaliação de nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) e dos ácidos graxos voláteis (AGV).

Considerando a determinação de  $\text{N-NH}_3$ , seguiu-se a metodologia de Detmann et al. (2012) pelo método da destilação de Kjeldahl onde as amostras foram descongeladas e em um tubo de centrífuga foram adicionados 10 mL de fluido ruminal e 1 mL de ácido tricloroacético (100 g/L) e deixados descansar por 30 minutos. Após esse tempo o material foi centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos, separado o sobrenadante e mantido sob refrigeração até o momento da análise.

Para determinação dos AGV's foi utilizado a técnica de cromatografia gasosa, utilizando cromatógrafo a gás modelo CG – Master. As amostras, apenas das horas 0 e 4, foram descongeladas em temperatura ambiente, sendo as mesmas deixadas em repouso para facilitar a separação do sobrenadante. Feito isso, foram centrifugadas a 4000 rpm durante 30 minutos e armazenados em ependorfs. No momento da análise foram preparados padrões individuais na concentração de 0,5% para os ácidos acético, propiônico e butírico, sendo esses, posteriormente, injetados no equipamento. Após a leitura, foram geradas as curvas padrões dos AGV's e, a partir daí foram injetadas as amostras, uma por vez, sempre acompanhando o resultado obtido com a curva padrão. O tempo de leitura de cada amostra foi em torno de 5 minutos.

#### **Coleta de urina, balanço de Nitrogênio e estimativa da síntese de proteína microbiana**

Com a finalidade de se estimar as excreções diárias de urina, foram realizadas amostras “spot” de urina em micção espontânea quatro horas após o fornecimento do



concentrado, após a primeira ordenha. Em seguida, 10 mL de urina foram diluídas em 40 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,036 N) e congeladas a -20°C para posterior determinação dos teores de creatinina e alantoina, segundo Valadares et al. (1999).

As amostras de urina foram analisadas quanto aos teores de nitrogênio e creatinina, empregando-se kits comerciais. O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001). A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg/kg de peso vivo (PV) de creatinina (Chizzotti, et al., 2008). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoina e ácido úrico excretados na urina e da quantidade de alantoina excretada no leite, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), por meio da equação  $Y = 0,85X + 0,385 P^{0,75}$ , em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e 0,385 x  $P^{0,75}$  a contribuição endógena para excreção de purinas (Verbic et al., 1990). A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Y, g N/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), por meio da equação  $Y = (70X) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$ , em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas, e 0,116, a razão N-purina:N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (CN) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes) e na urina (N-urina). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo método descrito por Silva & Queiroz (2002).

A razão de nitrogênio retido pelo ingerido foi determinada da seguinte forma:

$$\text{Ret:ing} = (\text{Nretido/CN}) \times 100$$

### **Análises Laboratoriais**

As análises bromatológicas dos alimentos e fezes foram realizadas no Laboratório de análise de produtos de origem vegetal e animal (LAPROVA), localizada na APTA – Alta Mogiana. Nas amostras foram determinados os teores de matéria seca (MS)

segundo protocolo 967.03, proteína bruta (PB) (981.10), extrato etéreo (EE) (948.04), matéria mineral (MM) (942.05) segundo AOAC (1990).

A fibra em detergente ácido (FDA) e a fibra em detergente neutro (FDN) (973.18) foram determinadas com as amostras submetidas à digestão em solução detergente, conforme o método de Van Soest et al. (1991), porém, por 40 minutos em autoclave a 111 °C e 0,5 atm de acordo com metodologia descrita por Deschamps (1999).

Os teores de carboidratos totais (CHO),  $CHO = 100 - (\% PB + \% EE + \% Cinzas)$ , e de nutrientes digestíveis totais (NDT),  $NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + (EED \times 2,25)$ , em que: PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis; EED = extrato etéreo digestível, foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) e Weiss (1999), respectivamente. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados pela equação:  $CNF = CHO - FDN$ .

A determinação do cromo nas fezes foi realizada segundo Williams et al. (1962).

A uréia foi determinada na urina e no plasma e a creatinina na urina, utilizando-se kits comerciais (Labtest).

As amostras de sangue foram armazenadas em tubos de ensaio a vácuo, contendo 5 mg de fluoreto de sódio como anticoagulante. Posteriormente, os tubos de ensaio foram submetidos à centrifugação por 20 minutos, a 3.000 rotações por minuto (RPM) a 4° C, para a obtenção do plasma. Este foi acondicionado em tubos de 1,5 mL e congelado a - 10° C para determinação das concentrações de nitrogênio uréico no plasma (NUP).

A determinação da concentração de N-NH<sub>3</sub> foi realizada conforme metodologia descrita em Silva & Queiroz (2002). As análises dos ácidos graxos de cadeia curta foram realizadas por meio de cromatografia gasosa, segundo método preconizado por Leventiniet al. (1990).

### **Metodologia estatística e modelo experimental**

Os dados analisados referem-se às médias das coletas feitas durante os sete dias consecutivos para cada animal dentro de cada tratamento em cada período. O delineamento utilizado foi o de Quadrado Latino, sendo 4 tratamentos, 4 períodos e 4 animais, representado pelo modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + c_k + e_{ijk}$$

Sendo  $\mu$  média geral,  $\alpha_i$  efeito aleatório do animal,  $\beta_j$  efeito fixo do período,  $c_k$  efeito fixo do tratamento e  $e_{ijk}$  o erro aleatório.

Os dados de parâmetros ruminais (AGV's, pH e N-NH<sub>3</sub>) foram analisados como medidas repetidas no tempo, considerando como efeitos fixos o tratamento, hora e interação tratamento  $\times$  hora em um delineamento em quadrado latino pelo procedimento PROC MIXED do logiciário estatístico SAS (2000), seguindo o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + H_j + (T \times H)_{kj} + P_l + e_{ijkl}$$

em que  $Y_{ijk}$  é a variável dependente,  $\mu$  é a média geral,  $T_i$  é efeito fixo de tratamento ( $i = 1$  a  $4$ ),  $H_j$  é o efeito fixo do horário da coleta ( $j = 0$  a  $6$ ),  $(T \times H)_{kj}$  é a interação entre tratamento e horário de coleta,  $P_l$  para efeito de período e  $e_{ijkl}$  é o erro aleatório do resíduo.

Valores dos ajustes estatísticos para *Akaike's information criterion* (AIC) foram usados para determinar a estrutura de covariância mais apropriada. As médias foram geradas pelo LSMEANS e comparadas pelo teste Tukey, sendo declaradas diferentes quando  $P \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

Não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para consumo dos nutrientes avaliados na dieta dos animais utilizados nesta pesquisa (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo de matéria seca e seus constituintes por vacas secas sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel.

Variável	Co-produtos				EPM	Valor de P
	SOJ	AME	ALG	GIR		
CMS% PV	1,66	1,55	1,73	1,72	0,30	0,84
ConsSupl (kg/dia)	6,02	6,07	5,79	5,98	1,09	0,98
ConsPasto (kg/dia)	5,98	5,33	6,96	6,44	1,30	0,37
CMS <sub>total</sub> (kg/dia)	12,0	11,4	12,7	12,4	1,80	0,76
CPB (kg/dia)	1,57	1,52	1,67	1,65	3,13	0,89
CEE (kg/dia)	0,30	0,30	0,30	0,32	0,46	0,95
CFDN(kg/dia)	4,81	4,33	5,58	5,42	1,05	0,35
CCHT(kg/dia)	9,23	8,74	9,77	9,09	1,37	0,76
CCNF(kg/dia)	4,42	4,42	4,40	3,68	6,73	0,40
CNDT(kg/dia)	6,40	6,37	7,82	6,48	0,99	0,17

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; EPM – erro padrão da média; P – probabilidade; CMS%PV – consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo; ConsSup – consumo do suplemento; ConsPasto – consumo de pasto; CMS<sub>total</sub> – consumo de matéria seca total; CPB – consumo de proteína bruta; CEE – consumo de extrato etéreo; CFDN – consumo de fibra em detergente neutro; CCHT – consumo de carboidratos totais; CCNF – consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT – consumo de nutrientes digestíveis totais. Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para digestibilidade de proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE) e carboidratos não fibrosos (DCNF). Porém, houve diferença para ( $P<0,05$ ) digestibilidade de matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (DFDN) e carboidratos totais (DCHT) (Tabela 4).

Tabela 4. Digestibilidade de nutrientes de vacas secas sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel.

Variável	Co-produtos				EPM	Valor de P
	SOJ	AME	ALG	GIR		
DMS(g/kg)	573b	596ab	665a	595ab	4,15	0,04
DPB(g/kg)	608	625	681	636	6,04	0,39
DEE (g/kg)	792	750	798	780	7,16	0,79
FDN(g/kg)	342b	365b	502a	390b	4,88	0,00
DCHT(g/kg)	553b	561ba	633a	534b	3,61	0,01
DCNF(g/kg)	733	752	800	739	5,00	0,27

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; EPM – erro padrão da média; P – probabilidade; DMS – digestibilidade da matéria seca; DPB – digestibilidade da proteína bruta; DEE – digestibilidade do extrato etéreo; DFDN – digestibilidade da fibra em detergente neutro; DCHT – digestibilidade dos carboidratos totais; DCNF – digestibilidade dos carboidratos não fibrosos. Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Houve efeito de horário ( $P<0,05$ ) para propionato, butirato e pH (Tabela 6).

Tabela 6. Concentrações (mmol/L) de ácidos graxos de cadeia curta, razão acetato:propionato, pH e N-NH<sub>3</sub> (mg/dL) no rúmen de vacas secas suplementadas com diferentes co-produtos do biodiesel sob pastejo

Fontes de variação	Variável						
	Ace	Prop	But	Ace:prop	Lac	Ph	N-NH <sub>3</sub>
SOJ	33,7	7,98	5,70	4,51	0,17	6,78	8,28
AME	31,0	8,58	5,19	3,92	0,13	6,78	10,4
ALG	30,4	7,76	5,25	4,27	0,13	6,81	10,0
GIR	31,9	7,80	5,34	4,20	0,24	6,76	10,1
H0	32,0	6,91	4,63	4,76	0,21	7,03	8,81
H2	31,5	8,07	5,59	4,17	0,16	6,80	10,8
H4	30,9	7,87	5,40	4,28	0,17	6,80	9,78
H6	32,6	9,27	5,86	3,80	0,14	6,73	9,36
EPM	4,70	2,60	0,78	1,21	0,18	0,30	3,40
Valor de P							
T	0,24	0,79	0,25	0,58	0,32	0,97	0,29
H	0,78	0,10	<0,01	0,18	0,73	<0,01	0,39
TxH	0,56	0,98	0,94	0,94	0,46	0,79	0,93

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; EPM – erro padrão da média; P – probabilidade; H0 – hora 0; H2 – hora 2; H4 – hora 4; H6 – hora 6; T – tratamento; H – hora; TxH – interação tratamento x hora. Médias com letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os co-produtos em relação ao consumo, excreção (urina e fezes), balanço de nitrogênio e razão retido:ingerido de nitrogênio (Tabela 7).

Tabela 7. Balanço de nitrogênio de vacas secas não lactantes sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel.

Variável	Co-produtos				EPM	Valor de P
	SOJ	AME	ALG	GIR		
C-N (g/dia)	251	243	267	264	50,0	0,89
N-fezes (g/dia)	96,9	90,0	85,4	94,7	18,1	0,81
N-urina (g/dia)	36,7	148	152	87,3	90,3	0,27
Balanço N (g/dia)	117	5,00	29,6	82,0	78,0	0,22
N-ret:ing	0,46	0,05	0,13	0,33	0,29	0,24

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; C-N – nitrogênio consumido; N-fezes – excretado nas fezes; N-urina – excretado na urina; Balanço N – balanço de nitrogênio; N-ret:ing – razão retido:ingerido. Médias com letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os dados referentes aos derivados de purina, a produção de proteína microbiana, nitrogênio microbiano e eficiência de síntese de proteína microbiana obtiveram padrões semelhantes entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) (Tabela 7).

Tabela 8. Derivados de purina e proteína microbiana de vacas secas sobre pastejo, suplementadas com co-produtos do biodiesel.

Variável	Co-produtos				EPM	Valor de P
	SOJ	AME	ALG	GIR		
N uréico(mg/dL)	59,5	60,7	69,1	703	29,3	0,93
Alantoina(mg/dL)	83,6	200	135	80,2	75,2	0,14
Ácido úrico (mg/dL)	25,9	50,3	19,9	30,7	24,7	0,37
Purinas Totais (mg/dL)	109	251	154	111	90,5	0,15
Ala:Purinas Totais	77,6	79,0	88,9	74,8	10,1	0,28
Purinas abs(mg/dL)	147	267	186	148	76,7	0,14
N-microbiano (g)	107	194	135	108	55,8	0,15
Proteína microbiana (g)	668	1216	844	674	349	0,14
CNDT (kg)	6,40	6,37	7,82	6,48	0,99	0,17
ESPM (g/kg NDT)	104	199	108	103	58,3	0,10

SOJ – farelo de soja; AME – farelo de amendoim; ALG – farelo de algodão; GIR – farelo de girassol; PT – purinas totais; Ala:Purinas Totais – Razão alantoina:purinas totais; Purinas abs – purinas absorvidas; N-microbiano – nitrogênio microbiano; CNDT – consumo de NDT; ESPM – eficiência de síntese de proteína microbiana; EPM – erro padrão da média; P - probabilidade. Médias com letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## DISCUSSÃO

Os animais se encontravam em na mesma área de pastagem e receberam dietas semelhantes quanto a composição química, porém com ingredientes diferentes em relação a fração proteica, implicando assim em semelhança nos dados de consumo e desempenho dos animais.

Resultados semelhantes foram observados por Gaviolli (2016) quando o mesmo avaliou diferentes fontes de proteína (farelo de soja, farelo de amendoim, farelo de algodão e torta de semente de seringueira) na alimentação de vacas holandesas com produção média de 22 kg/vaca/dia sobre o consumo de nutrientes, não observado diferença entre os tratamentos em relação ao consumo de MS, PB, EE, FDN e NDT.

Também não foi relatado diferença em relação ao consumo de nutrientes, MS, PB, FDN e CHT na utilização de co-produtos do biodiesel como o farelo de girassol, farelo de algodão e farelo de soja na dieta de novilhas e vacas lactantes na pesquisa de Lima (2015), assim como neste estudo.

A falta de chuva após o segundo período de experimento interferiu na composição do capim, mais precisamente de abril a maio (Tabela 1), reduzindo os níveis de PB e NDT da dieta. Consequentemente, a digestibilidade da forragem reduziu e possivelmente reduziu a taxa de passagem do alimento (VAN SOEST, 1994; MERTENS, 1987).

A maior DMS (665 g/kg), DFDN (502 g/kg) e DCHT (633 g/kg) do co-produto farelo de algodão, a qual está diretamente ligada a DFDN possivelmente aumentou com o efeito associativo entre o pasto e a suplementação. De acordo com o NRC (2001), o aumento do consumo de determinado nutriente pode aumentar a digestibilidade do mesmo. Considerando esta afirmativa, mesmo não havendo diferença significativa ( $P>0,05$ ) o CMS, CFDN e CCHT foram maiores para o co-produto farelo de algodão, sendo assim o aumento no CMS e dos demais nutrientes provavelmente refletiu no aumento da digestibilidade dos mesmos.

A diferença em relação aos diferentes horários de coleta ( $P<0,05$ ) para propionato, butirato e pH é comum (Tabela 5), pois a diversidade de ingredientes, degradabilidade atividade fermentativa no lúmen ruminal proporcionam esta variação. Desta forma, estes resultados demonstram uma resposta nutricional importante quanto ao uso de co-produtos do biodiesel, uma vez que, não ocasionou prejuízo à síntese ruminal de ácidos

graxos, fonte mais importante de energia para ruminantes, capaz de suprir em até 80% das suas necessidades diárias (BERGMAN *et al.*, 1990).

Segundo Beran *et al.* (2007) e Silva (2014), o farelo de amendoim possui alta quantidade de proteína degradável no rúmen, favorecendo o aumento acelerado de N-NH<sub>3</sub> no lúmen ruminal, ao contrário das fontes de farelo de soja e farelo de algodão que possuem maiores quantidades de proteína não degradável no rúmen, tornando a elevação de N-NH<sub>3</sub> mais lenta e menos acentuada (Figura 1).

A produção de N-NH<sub>3</sub> para os tratamentos com farelo de soja e farelo de algodão provavelmente apresentou a maior produção de N-NH<sub>3</sub> após o segundo fornecimento de concentrado do dia, devido a lenta degradação da proteína em função da composição da mesma. Já a concentração de N-NH<sub>3</sub> do tratamento com farelo de girassol se manteve constante e com poucas variações entre os horários, provavelmente por manter uma taxa de degradação proteica lenta no rúmen.

Segundo Leng (1990) e Detmann *et al.* (2007), o mínimo requerido de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal, para o máximo crescimento microbiano e de digestão ruminal é de 10 mg/dL. Levando este fato em consideração e todas as oscilações, os tratamentos com farelo de amendoim, farelo de algodão e de girassol atingiram ou até superaram tal medida, porém somente o farelo de amendoim e farelo de girassol mantiveram valores acima de 10 mg/dL, sendo o farelo de amendoim o mais alto e com crescimento constante até a hora quatro.

Assis *et al.* (2004), afirmaram que altas concentrações de amônia ruminal resultam em maior absorção líquida de nitrogênio amoniacal pelas paredes do rúmen, conversão em uréia e conseqüentes perdas através da excreção urinária. Tais fatores refletem diretamente no balanço de nitrogênio do animal e nas perdas para o meio ambiente.

Segundo Valadares Filho *et al.* (2019), o farelo de amendoim e o farelo de algodão apresentam maiores quantidades de proteína degradável no rúmen (PDR), o que provavelmente causou tal comportamento na concentração de N-NH<sub>3</sub>, conseqüentemente aumentando a excreção de N na urina e diminuindo o BN para estes tratamentos.

Quando a razão de nitrogênio retido:ingerido (N-ret:ing) é positiva, significa que houve absorção de proteína pelo animal, evitando assim perda de massa muscular e, provavelmente, atendendo as exigências de proteína do animal (VASCONCELOS *et al.*, 2010). Os dados deste experimento (Tabela 7) mostram que a razão de N-ret:ing foi



positiva para todos os tratamentos, de forma que não houve perda de massa muscular para os animais deste experimento.

A síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e de nitrogênio no rúmen (CLARK et al., 1992; NRC, 2001), de modo que o crescimento microbiano aumenta com a sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (NRC, 1996).

Assim, pode-se inferir que neste experimento não houve limitação do crescimento microbiano para nenhuma das dietas, porém mesmo não havendo diferença estatística, somente o co-produto farelo de amendoim atingiu valores superiores ao recomendado pelo NRC (2001), de 130 g PB/kg NDT, que foram de 199 g Pmic/kg NDT (Tabela 8), provavelmente devido ao maior aporte de N disponível no rúmen através da maior concentração de PDR deste co-produto.

## **CONCLUSÃO**

Os co-produtos farelo de amendoim, farelo de algodão e farelo de girassol podem substituir o farelo de soja em rações para vacas secas sob pastejo de capim Tanzânia sem causar diferença no desempenho, parâmetros ruminais e produção de proteína microbiana. Entretanto, o co-produto farelo de algodão pode proporcionar maior eficiência em relação a digestibilidade dos carboidratos totais e da fibra em detergente neutro da dieta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-258, 2008.

ALVES, A.S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; CABRAL, L.S.; LEONEL, F.P.; PAULA, N.F. 2010. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.39, n.3, p.532-540, 2010.

ANTUNES, A.P.S. **COPRODUTOS DE OLEAGINOSAS EM DIETAS PARA VACAS LACTANTES EM PASTEJO**. Itapetinga, Bahia, 2017. 117p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, 2017.

ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; QUEIROZ, A.C.; et al. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. 2. Digestibilidade dos nutrientes em dois períodos de coleta de fezes, pH e nitrogênio amoniacal do líquido ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.1, p.251-257. 2004.

AZEVEDO, E.B.; PATIÑO, H. O.; DA SILVEIRA, A.L.F.; LÓPEZ, J.;NÖRNBERG, J.L.; BRÜNING, G. Suplementação nitrogenada com ureia comum ou encapsulada sobre parâmetros ruminais de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**. V. 40, p. 622–627, 2010.

BERAN, F. H. B.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A., et al. Avaliação da digestibilidade de nutrientes, em bovinos, de alguns alimentos concentrados pela técnica dos três estágios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 130-137, 2007.

BERGMAN, E.N, Energy contributionsofvolatilefattyacidsfromthe gastrointestinal tract in variousspecies, **Physiological Reviews**, v,70, n,2, p,567-590, 1990,

CAMARGOS, Rodrigo Ribeiro da Silva. **AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SE PRODUZIR BIODIESEL ATRAVÉS DA TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEO DE GRÃOS DE CAFÉ DEFEITUOSOS**. 2005. 105 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Engenharia Química., Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, L.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335 – 342, 2008.

CERUTTI, W.G. **TORTA DE AMENDOIM NA SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO A PASTO**. Santa Catarina, Rio Grande do Sul, 2013. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 2013.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details.** International Feed Research Unit. Bucksburnd, Aberdeen: Rowett Research Institute. 21p, 1992.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, p.218-225, 2008.

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.

CRESTANA, Sílvia. MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO BIODIESEL: PRIORIZANDO ALTERNATIVAS. In: **COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS, VISÃO, ESPECTATIVAS E SOLUÇÕES.** São Paulo, 2005. p. 130-142.

DA SILVA, S.C. Conceitos básicos sobre sistemas de produção animal em pasto. In: **INTENSIFICAÇÃO DESISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTO**, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 2009. p. 7-36.

DESCHAMPS, F.C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p. 1178-1189, 1999.

DETMANN, E.; BARBOSA, A.M.; TEIXEIRA, R.M.A., et al. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.905-911, 2007.

DUARTER, .A.B.; BAGALDO, A.R.; MATOSO SILVA, R.V.M.; OLIVEIRA, R.L.; SILVA, T.M.; RIBEIRO, R.2 E ARAÚJO, F.L. 2015. Torta de amendoim em substituição ao farelo de soja na alimentação de cordeiros ½ sangue Dorper. **Arch. Zootec.** 64 (248): 317-322.

EDMONSON, A.J. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.1, p.68-78, 1989.

GAVIOLLI, V.R.N. **Fontes proteicas para vacas leiteiras.** Jaboticabal, São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2016. 56p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Reserve Review**, Bethesda v.3, n.3, p.277-303, 1990.

LEVENTINI, M.W.; HUNT, C.H.; ROFFLER, R.E.; CASEBOLT, D.G. Effect of dietary level of barley-based supplements and ruminal buffer on digestion and growth by beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, n.12, p.4334-4344, 1990.

LIMA, M. V. G. 2015. **Co-produtos do biodiesel em dietas para novilhas e vacas lactantes**. Itapetinga, Bahia: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2015.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 1548-1558, 1987.

MESACASA, A.C.; ZERVOUDAKIS, J.T.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; CABRAL, L.S.; ABREU, J.G.; SILVA-MARQUES, R.P.; ALONSO, M.K.; SILVA, R.F.G.; SOARES, J.Q. 2015. Torta de girassol em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período seco do ano: parâmetros nutricionais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1559-1570. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n3p1559.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 7.ed., 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, **Nutrient requirements of dairy cattle**, 7, rev, ed, Washinton, D,C,: 2001, 381p.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.) **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: FAEPE, p.197 – 240, 1997.

ØRSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. **Asian-Australasian Journal Animal Science**. v.13, p.128-136, 2000.

PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F.; et al. Disponibilidade de material seca e consumo de forragem de vacas em lactação em pastagem de capim-elefante. (CD). In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 30. 2001, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: SBZ, 2001.

PAIM, T.P.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C.M.; ABDALLA, A.L. 2010. USO DE SUBPRODUTOS DO ALGODÃO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Ciênc. vet. tróp.**, Recife-PE, v. 13, no 1/2/3, p. 24 – 37.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BONFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D. 2011. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i4.11327>

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006

QUEIROZ, M.F.S.; BERCHIELLI, T.T.; SIGNORETTI, R.D.; RIBEIRO, A.F.; MORAIS, J.A.S. Metabolism and ruminal parameters of Holstein x Gir heifers fed sugarcane and increasing level of crude protein. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.9, p.2101 – 2109, 2012.

QUESSADA, T.P.; GUEDES, C.L.B.; BORSATO, D.; GARZZONI, B.F.; GALÃO, O.F. 2010. OBTENÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA E MILHO UTILIZANDO CATALISADORES BÁSICOS E CATALISADOR ÁCIDO. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010.

RODRIGUES, P.H.M.; LICCI, C.S.; CASTRO, A.L, Efeitos da lasalocida sódica e proporção volumoso/concentrado sobre a fermentação ruminal em vacas secas, **BrazilianJournalofVeterinaryResearchand Animal Science**, v,37, n,3, p,253-258, 2000.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.

SANTOS, S.A.; VALADARES FILHO, J.M.S.C.; OLIVEIRA, A.S.; SOUZA, S.M.; SANTIAGO. A.M.F. 2010. Balanço de nitrogênio em fêmeas leiteiras em confinamento alimentadas com concentrado à base de farelo de soja ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.39, n.5, p.1135-1140, 2010.

SENGER, C.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, n.1-2, p.169 -174, 2008.

SIGNORETTI, R.D.; RESENDE, F.D.; PESSIM, B.; SOUZA, F.H.M.; SOUZA, L.Â. **PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DE LEITE DE VACAS MISTIÇAS SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONCENTRADO MANTIDAS EM PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA IRRIGADA**. Alta Mogiana: Odessa, 2013. 19 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ. A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2. Ed., Viçosa, MG: UFV. 2002, 178p.

SILVA, V.L.; BORGES, I.; ARAÚJO, A.R.; COSTA, H.H.A.; ALVES FILHO, F.M.; INÁCIO, D.F.S.; PAIVA, P.D.A.; ALCÂNTARA, P.B.X. 2016. IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES. **Acta Kariri Pesq. e Des. Crato/CE**, V.1, N.1, p.38-47.

SILVA, L.H.X. **CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO RUMINAL DE DIETAS COM COPRODUTOS DA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL**. Dourados, Mato Grosso do Sul: Universidade Federal da Grande Dourados, 2014. 73 p. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, 2014.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets; II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

VALADARES FILHO, S.C.; LOPES, S.A.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.L. 2019. Tabelas de composição química e bromatológica dos alimentos – CQBAL 4.0. Acesso em: 19 de Julho de 2019. Disponível em: <<http://www.cqbal.com.br>>.

VALADARES, FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Teores de proteína em dietas de vacas leiteiras. Simpósio Internacional de Gado de Leite, II. 2001. Lavras. **Anais...** Lavras:UFLA, 2001.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686- 2696, 1999.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

VAN KNEGSEL, A.T.M.; VAN DEN BRAND, H.; DIJKSTRA, J.; VAN STRAALLEN, W.M.; JORRITSMA, R.; TAMMINGA, S.; KEMP, B. Effect of glucogenic vs. lipogenic diets on energy balance, blood metabolites, and reproduction in primiparous and multiparous dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3397– 3409, 2007.

VASCONCELOS, A.M.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; DIAS, M.; MORAIS, D.A.E.F. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.425-433, 2010.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, p. 95-119, 1992.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. **Forrageiras**. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.263-273. (Boletim Técnico, 100).

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMAA, O. The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.3, p.381-385, 1962.